

# **Päiväkotien sisäilmatutkimus**

**Raportti 2.4.2012**

LVI-talotekniikkateollisuus ry  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Mikkelin ammattikorkeakoulu  
Tampereen ammattikorkeakoulu  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Metropolia Ammattikorkeakoulu

# Esipuhe

Hanke "Päiväkotien sisäilmatutkimus" on katsaus Suomen päiväkotien sisäilmaston tasoon tällä hetkellä. Hanke oli kaksivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa tehtiin valtakunnallinen sisäympäristökysely Suomen päiväkotien johtajille. Toisessa vaiheessa suoritettiin tarkemmat kyselyt 50 päiväkodin henkilöstölle, sekä olosuhdemittaukset 25:ssä näistä päiväkodeista.

Hanke on toteutettu yhteistyönä LVI-talotekniikkateollisuus ry:n ja viiden ammattikorkeakoulun kesken. Hankkeen päärahoittajina olivat Rakennustuotteiden Laatu Säätiö ja LVI-talotekniikkateollisuus ry:n jäsenyrytykset. Hankkeeseen osallistuvat ammattikorkeakoulut olivat Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Mikkelin ammattikorkeakoulu, Tampereen ammattikorkeakoulu, Satakunnan ammattikorkeakoulu ja Metropolia Ammattikorkeakoulu.

Työryhmän vastuuhenkilönä on toiminut LVI-talotekniikkateollisuus ry:stä Mervi Ahola (3.12.2010 asti) ja Marko Pulliainen (3.1.2011 lähtien). Työryhmän jäsenenä ja ammattikorkeakoulujen vastuuhenkilöinä toimivat Pirjo Kimari (Oulun seudun ammattikorkeakoulu), Aki Valkeapää (Mikkelin ammattikorkeakoulu), Pirkko Pihlajamaa (Tampereen ammattikorkeakoulu), Jarkko Heinonen (Satakunnan ammattikorkeakoulu) ja Olli Jalonen (Metropolia Ammattikorkeakoulu). Ammattikorkeakoulujen opiskelijat ovat toteuttaneet kohdekohtaiset kyselyt sekä mittaukset päiväkodeissa.

Työn ohjausryhmän puheenjohtajana on toiminut Ilkka Salo (LVI-talotekniikkateollisuus ry) ja jäsenenä ovat toimineet Jorma Railio (LVI-talotekniikkateollisuus ry), Kirsi Villberg (Halton Group), Tommi Uksila (RC-Linja Oy), Lasse Virtanen (Vallox Oy), Tom Palmgren (Enervent Oy), Rami Wiberg (Swegon ILTO Oy), Hannu Rissanen (Fläkt Woods Oy), Pertti Metiäinen (Valvira), Harri Myllynen (Lastentarhanopettajaliitto LTOL ry), Jorma Ruokojoki (Kuntaliitto), Rauno Holopainen (Työterveyslaitos), Olli Saarsalmi (Sosiaali- ja terveysministeriö), Kaisa Kauko (Ympäristöministeriö) sekä työryhmän jäsenet.

Koko hankkeen tavoitteena on osaltaan edistää terveellisiä ja viihtyisiä sisäilmasto-olosuhteita päiväkodeissa. Tätä tarkoitusta varten hankkeessa laaditaan päiväkotien sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa koskevaa ohjeistusta ja opasmateriaalia. Hankkeen tavoitteena oli varsinaisen tutkimustiedon tuottamisen lisäksi alan opiskelijoiden perehdytys käytännön tutkimustyöhön sekä yritysten ja oppilaitosten yhteistyön lisääntyminen. Osana hanketta valmistui yhteensä 10 insinööriytötä.

# Sisällys

Esipuhe.....	2
Sisällys.....	3
Tiivistelmä.....	5
1 Johdanto.....	6
1.1 Tutkimuksen tausta.....	6
1.2 Tutkimuksen tavoite.....	6
2 Valtakunnallinen sisäympäristökysely päiväkotien johtajille .....	7
2.1 Kyselytutkimus.....	7
2.2 Tulokset .....	8
2.2.1 Taustatiedot päiväkodeista .....	8
2.2.2 Ilmanvaihtojärjestelmät ja niiden kunto .....	9
2.2.3 Kosteusvauriot .....	12
2.2.4 Sisäympäristöongelmat.....	13
2.2.5 Kohteiden sisäilmaan tai energiatehokkuuteen liittyvät selvitykset ja korjaukset .....	16
2.3 Yhteenveto valtakunnallisen kyselyn tuloksista.....	17
3 Kohdekohtainen sisäilmastokysely päiväkotien henkilökunnalle .....	18
3.1 Tutkitut kohteet .....	18
3.2 Kohdekohtaiset kyselyt .....	18
3.3 Kyselyiden tulokset.....	18
3.3.1 Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmien toiminta sekä sisäympäristön ongelmat.....	18
3.3.2 Sisäympäristöön liittyviksi koetut oireet .....	20
3.3.3 Yhteenveto kohdekohtaisista kyselyistä .....	22
4 Kohdekohtaiset sisäilmastomittaukset päiväkodeissa .....	23
4.1 Tutkitut kohteet ja suoritettavat mittaukset.....	23
4.2 Kertamittausten tulokset .....	23
4.2.1 Hiilidioksidipitoisuudet.....	23
4.2.2 Suhteellinen kosteus.....	24
4.2.3 Lämpötilat.....	25
4.2.4 Tulo- ja poistoilmavirtojen määrät.....	25
4.3 Jatkuvat mittaukset.....	27
4.4 Yhteenveto mittauksista .....	27
5 Kyselyiden ja mittausten välinen yhteys.....	28
5.1 Ilmanvaihto .....	28
5.2 Lämpötilat .....	29
5.3 Oireet yleisesti .....	31
5.4 Yhteenveto ja johtopäätökset mittauksien ja kyselyiden vertailusta.....	33
6 Yhteenveto ja johtopäätökset .....	34
6.1 Yleiset päätelmät .....	34
6.2 Valtakunnalliset ja kohdekohtaiset sisäilmastokyselyt .....	34
6.3 Kohdekohtaiset mittaukset .....	35
Lähteet.....	36

Hankkeesta valmistuneet insinöörityöt .....	37
LIITTEET .....	38
Liite 1, osa 1. Valtakunnallisen päiväkotien sisäympäristökyselyn kysymykset	
Liite 1, osa 2. Valtakunnallisen päiväkotien sisäympäristökyselyn kysymykset kiinteistönhoidon kanssa yhteistyössä tehtäväksi	
Liite 2. Kohdekohtaisten kyselyiden kysymykset	
Liite 3. Kohdekohtaisten mittausten mittauslomake	
Liite 4. Hankkeesta valmistuneiden insinööritöiden tiivistelmät	

## Tiivistelmä

Hanke "Päiväkotien sisäilmatutkimus" on katsaus Suomen päiväkotien sisäilmaston tasoon tällä hetkellä. Hanke oli kaksivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa tehtiin valtakunnallinen sisäympäristökysely päiväkotien johtajille. Toisessa vaiheessa suoritettiin tarkemmat kyselyt 5 eri paikkakunnalla yhteensä 50 päiväkodin henkilöstölle, sekä olosuhdemittauksia 25:ssä näistä päiväkodeista. Mittaukset painottuivat lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien toimintaan.

Kohdekohtaisissa mittauksissa henkeä kohden lasketut tuloilmavirrat jäivät liian alhaisiksi määräystasoon verrattuna yli 70 %:ssa mittauksista. Myös ilmanvaihdon tasosta kertova hiilidioksidipitoisuus nousi yli ohjearvon neljäsosassa mittauksista. Mitatut tuloilmavirrat poikkesivat puolestaan suunnitteluarvoista yli 30 % joka toisessa sellaisesta mittauksesta, josta suunnitteluarvot saatiin tietoon. Ilmanvaihdon puutteet korostuivat erityisesti lepohuoneissa lasten päiväunien aikana.

Sekä valtakunnallisessa sisäympäristökyselyssä että kohdekohtaisissa kyselyissä suurimpina sisäympäristön ongelmina pidettiin kylmiä lattioita, vetoa ja tunkkaisuutta. Vastaajat pitivät ilmanvaihdon parantamista tärkeimpänä toimenpiteenä sisäilmaston parantamiseksi. Parhaat arvosanat sisäilmastosta saivat ne kohteet, joissa ei ollut esiintynyt kosteusvaurioita.

Kohdekohtaisten kyselyiden kohteissa, joissa ilmanvaihdon toimintaan oltiin tyytymättömiä, koettiin oireita selvästi enemmän kuin kyselyn kohteissa keskimäärin, muttei kuitenkaan yhtä paljon kuin niissä kohteissa, joista oireita raportoitiin eniten. Ilmanvaihdon puutteet voivat olla osasyllisiä koettuihin oireisiin, mutta niiden taustalla voi olla myös sellaisia sisä- tai työympäristöön liittyviä ongelmia, joita tässä kyselyssä ei kartoitettu. Tällaisia ovat esim. kosteusvaurioiden aiheuttamat homeongelmat tai erilaiset materiaaleista aiheutuvat päästöt. Kaikki oireet eivät myöskään aina johdu sisäympäristöstä.

Mittausten ja kyselyiden keskinäistä korrelaatiota ei voitu luotettavasti tutkia. Tämä johtui erityisesti kyselyiden liian pienistä otoksista sekä siitä, etteivät mittaukset ja kyselyissä annetut vastaukset kohdistuneet välttämättä samoihin tiloihin.

Sekä kyselytutkimusten että mittausten perusteella voidaan sanoa, että päiväkotien sisäympäristössä ja ilmanvaihdossa on edelleen parannettavaa. Ilmanvaihtojärjestelmien huoltotarve on useissa kohteissa ilmeinen. Mikäli ilmanvaihto halutaan saada vastaamaan nykyisten määräysten mukaista tasoa, on useissa kohteissa tehtävä koko ilmanvaihtojärjestelmään kohdistuvia saneerauksia.

Henkilökuormitus lepohuoneissa ja yleensäkin päiväkotien tiloissa vaihtelee suuresti vuorokauden eri aikoina. Ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus ilman laadun, esim. hiilidioksidipitoisuuden, perusteella on paras keino huomioida kuormitusvaihtelut siten, että voidaan taata hyvät sisäilmaolosuhteet energiatehokkaasti. Ilmanvaihto tulisi toteuttaa tällaisena tarpeenmukaisella ohjauksella varustettuna kaikkiin uusiin päiväkoteihin.

Kaikissa, niin uusissa kuin vanhoissa, päiväkodeissa tulisi aina huolehtia siitä, ettei suunniteltuja ryhmäkokoja ylitetä. Mikäli lapsimääriä tiloissa kasvatetaan, täytyy myös ilmanvaihdon olla tehostettavissa niin, että se täyttää määräykset muutosten jälkeenkin.

Yksittäisten päiväkotien osalta ammattikorkeakoulujen tekemät kyselyt ja mittaukset tuottivat arvokasta tietoa oman kaupunkinsa päiväkodeista. Näiden tutkimusten tuloksia on esitetty osana hanketta tehdyissä 10 insinöörityössä.

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Vuonna 2002 julkaistiin Päiväkotien ilmanvaihto -tutkimus, jonka tavoitteena oli kehittää ratkaisut päiväkotien ilmanvaihtojärjestelmien puutteisiin ja ongelmiin, jotka tulevat esiin ilmanvaihtolaitoksen ylläpitovaiheessa sisäilmaston huonona laatuna tai rakennuksen suurena energiankulutuksena (Jalas J. & Kimari P). Tämän tutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa selvitettiin olemassa olevien päiväkotien ilmanvaihdon toimivuutta, käytettävyyttä ja huollettavuutta sekä ilmanvaihdon vaikutusta sisäilman laatuun ja rakennuksen energiatalouteen. Saatujen tulosten perusteella laadittiin toisessa vaiheessa päiväkotien ilmanvaihdon suunnittelu-, toteutus ja tilaajaohjeet. Niitä käytettiin hyväksi ja testattiin kahden uuden päiväkodin rakentamisessa sekä yhden vanhan päiväkodin peruskorjauksessa.

Päiväkotien ilmanvaihto –tutkimuksen johtopäätöksinä todettiin, että 2 dm<sup>3</sup>/s huononeliötä kohden on hoitotiloissa ilmavirtojen mitoituksen vähimmäisohjearvona riittävä. Ilmavirta tulee kuitenkin tarkastaa myös henkilömäärän suhteen. Mitoituksen perusteena oleva henkilömäärä tulisi olla päiväkodin johtajan ja hoitohenkilöstön tiedossa. Myös lämmönjakotapaan ja ilmanvaihtolaitteiden sijoitukseen tiloissa tulee kiinnittää huomiota. Tutkimuksessa havaittiin puutteita sekä kiinteistöhoitohenkilökunnalle että päiväkodin henkilökunnalle annetussa ilmanvaihtojärjestelmän käytön opastuksessa.

## 1.2 Tutkimuksen tavoite

Tutkimus jakautui kahteen erilliseen osaan. Ensimmäisessä osassa tehtiin valtakunnallinen sisäympäristökysely päiväkotien johtajille. Tavoitteena oli saada perustietoa päiväkotien lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien toiminnasta, koetuista sisäympäristöongelmista, mahdollisista kosteusvaurioista sekä sisäilmaston tasosta tällä hetkellä.

Toisessa osassa ammattikorkeakoulujen opiskelijat tekivät viidellä paikkakunnalla kohdekohtaiset kyselyt 50 päiväkodin henkilökunnalle sekä olosuhdemittaukset 25:ssä näistä päiväkodeista. Tarkoituksena oli saada kyselytiedon lisäksi mittaustuloksia sisäilman laadusta. Samalla selvitettiin tukevatko mittaustulokset henkilökunnalle tehtyjen kyselyiden tuloksia. Kohdekohtaisten kyselyiden tuloksia verrattiin myös tiettyjen oirekyselyiden osalta Työterveyslaitoksen yhdessä kaupungissa vuonna 2009 tekemään päiväkotien sisäilmastokyselyyn.

Tehdyn tutkimuksen tavoitteena oli selvittää päiväkotien sisäilmaston taso tällä hetkellä. Saatujen tulosten perusteella herätetään keskustelua päiväkotien sisäilman laadusta sekä laaditaan ohjeistusta päiväkotien henkilökunnalle ja päivitetään vuonna 2002 laadittua ”Päiväkotien ilmanvaihto” –opasta.

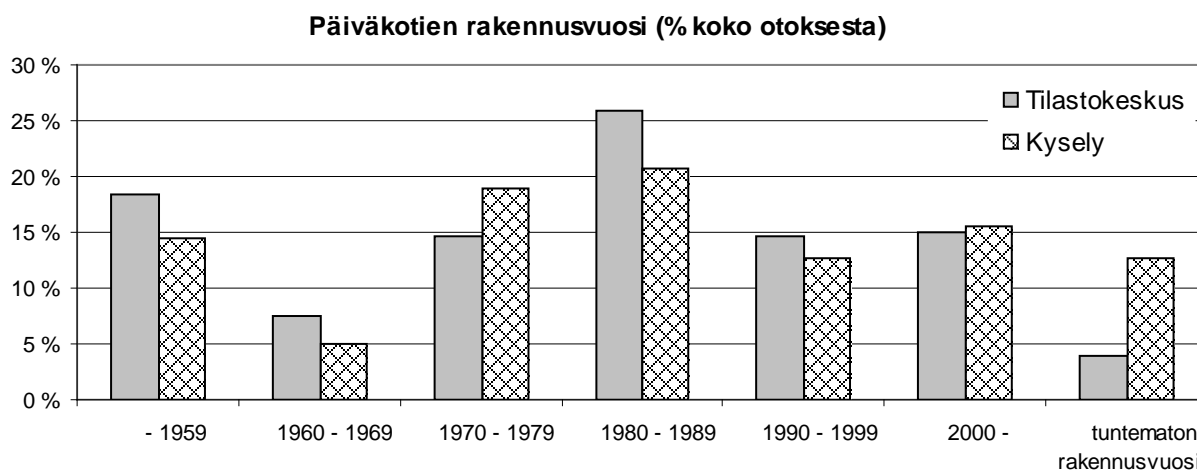
## 2 Valtakunnallinen sisäympäristökysely päiväkotien johtajille

### 2.1 Kyselytutkimus

Tutkimus suoritettiin Digium kyselytyökalulla. Kysely tehtiin yhteistyössä Lastentarhaopettajien liitto LTOL ry:n kanssa, joka lähetti kutsun osallistua kyselyyn jäsenyhdistyksiinsä.

Kyselyn kysymykset (liite 1) pohjautuivat vastaavanlaiseen kouluissa tehtyyn rehtorikyselyyn (Kurnitski et al. 1996). Kyselyn tekeminen sähköisenä mahdollisti kyselyn interaktiivisen luonteen, jolloin tietyt vastaukset antoivat vastaajalle lisäkysymyksiä. Kyselyssä kysyttiin taustatietojen lisäksi sisäilmastoon, kosteusvaurioihin ja ilmanvaihtojärjestelmään liittyviä kysymyksiä. Osa kysymyksistä oli sellaisia, että niihin vastaamiseksi tarvitsi tietoja huoltomieheltä tai kiinteistönhoidosta vastaavalta taholta. Nämä kysymykset oli eritelty, jotta vastaaja voisi selvittää tietoja ennen vastaamista. Vastaamisen pystyi keskeyttämään ja sitä voitiin jatkaa myöhemmin.

Kysely oli käynnissä 21.9.-21.10.2010, ja siitä lähetettiin yksi kutsukirje ja yksi muistutus. Vastauksia saatiin yhteensä 276 erillisestä päiväkotirakennuksesta. Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2009 Suomessa oli 2390 päiväkotirakennusta, joten vastausprosentti oli noin 11,5 %. Tilastokeskuksen julkaiseman päiväkotien rakennusvuotta koskevan tilaston perusteella kyselyyn saatiin kattavasti vastauksia eri aikakausina rakennetuista päiväkodeista.



Kuva 2.1 Päiväkotien rakennusvuosien prosentuaalinen osuus koko otoksesta

Eniten vastauksia tuli Tampereelta (10,9 %), Helsingistä (9,47 %), Rovaniemeltä (5,1 %) ja Oulusta (3,6 %). Kaiken kaikkiaan vastauksia saatiin 89 eri kunnasta, mikä vastaa 26 % kaikista Suomen kunnista. Isoista yli 100 000 asukkaan kunnista Espoosta ja Lahdesta ei tullut yhtään vastausta.

Kyselyyn vastaaminen koettiin jonkin verran hankalaksi, mikä osaltaan selittää alhaista vastausprosenttia. Lisäksi kysely herätti kunnissa jonkin verran vastustusta, mikä kertoo aiheen herkkyydestä.

## 2.2 Tulokset

### 2.2.1 Taustatiedot päiväkodeista

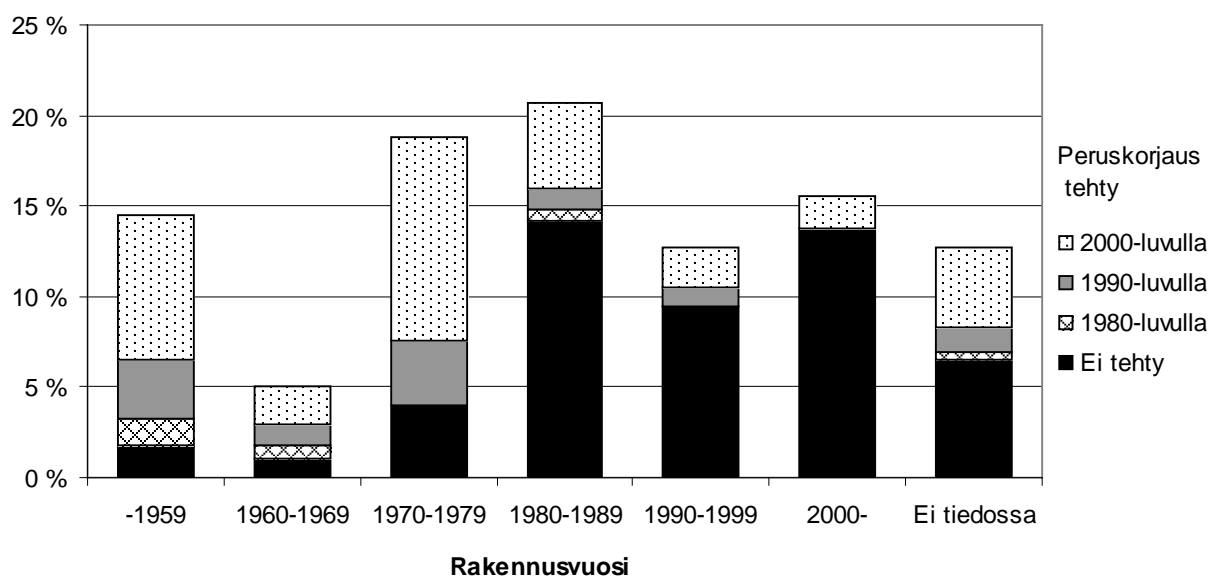
Vastaukset saatiin pääosin kunnallisista päiväkodeista. Ainoastaan neljä vastausta tuli yksityisestä kunnan ostopalvelupäiväkodistä. Vastanneissa päiväkodeissa oli yhteensä 17 876 lasta ja 3 863 työntekijää. Keskimääräinen kokonaispinta-ala päiväkodeissa oli 750 m<sup>2</sup> (192 vastaajaa ilmoitti pinta-alan). Tarkempi jakauma lasten määristä ja pinta-alasta lasta kohden on esitetty alla (Taulukko 2.1). Helsingin kaupungin suosituksen mukaan päiväkodissa tulee olla noin 9 m<sup>2</sup> huoneistoalaa kutakin päiväkodissa samanaikaisesti olevaa lasta kohden. Tähän nähden suurimmassa osassa vastatuista päiväkodeista on riittävän väljä mitoitus. RT-kortin 96-11003 mukaan lapsille osoitettuja toimintatiloja tulee olla 7 hym<sup>2</sup> (hyötyala) tilapaikkaa kohti.

*Taulukko 2.1 Päiväkotien lapsimäärät ja pinta-ala lasta kohden*

	Lukumäärä	Osuus (%)
Päiväkotien lapsimäärät		
Alle 20 lasta	11	4,0 %
20-39 lasta	51	18,5 %
40-59 lasta	60	21,7 %
60-79 lasta	60	21,7 %
80-99 lasta	44	15,9 %
Yli 100 lasta	47	17,0 %
Puuttuva tieto	3	1,1 %
Kokonaispinta-ala lasta kohden		
Alle 7 m2	15	5,4 %
7-9 m2	48	17,4 %
10-12 m2	61	22,1 %
13-15 m2	45	16,3 %
Yli 15 m2	22	8,0 %
Puuttuva tieto	85	30,8 %

Yhteensä 136 päiväkodissa (49 % kaikista kyselyyn osallistuneista päiväkodeista) on tehty yksi tai useampi peruskorjaus. Peruskorjauksista 96 on tehty 2000 luvulla ja 40 aikaisemmin. Suurin osa kyselyyn osallistuneista ennen vuotta 1980 rakennetuista päiväkodeista on jo peruskorjattu (Kuva 2.2). Myös 2000 luvulla rakennettuja päiväkoteja on jo jouduttu korjaamaan.





Kuva 2.2 Tehdyt peruskorjaukset eri aikakausien päiväkodeissa

### 2.2.2 Ilmanvaihtojärjestelmät ja niiden kunto

Suurin osa kyselyyn osallistuneista päiväkodeista on varustettu koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla (Taulukko 2.2). Suuri osa vastaajista ei tiennyt, oliko päiväkodissa ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenottoa tai jäähdytystä. Jäähdytys on harvinaista päiväkodeissa.

Taulukko 2.2 Päiväkotien ilmanvaihtojärjestelmä

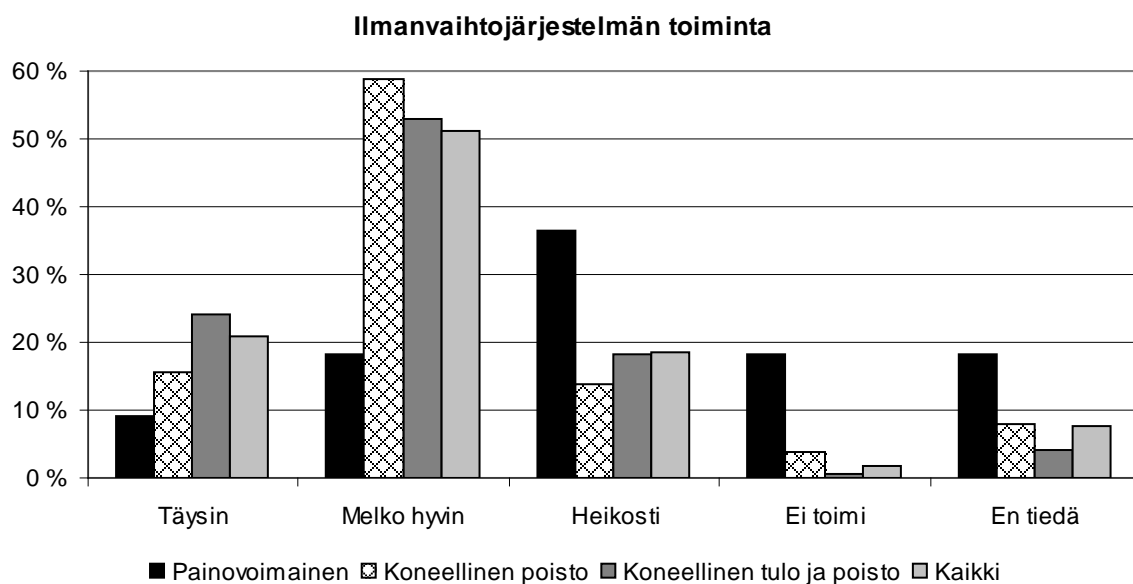
	Lukumäärä	Osuus (%)
<b>Ilmanvaihtojärjestelmä</b>		
Painovoimainen	11	4,0 %
Koneellinen poisto	51	18,5 %
Koneellinen tulo ja poisto	198	71,7 %
En tiedä	16	5,8 %
<b>Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto</b>		
On	72	26,1 %
Ei ole	114	41,3 %
En tiedä	90	32,6 %
<b>Jäähdytys</b>		
On	19	6,9 %
Ei ole	189	68,5 %
En tiedä	68	24,6 %

Vastaajista yli 72 % ilmoitti ilmanvaihtojärjestelmän toimivan täysin tai melko hyvin (Taulukko 2.3). Suurimpana syynä ilmanvaihdon puutteelliseen kuntoon pidettiin vanhentunutta järjestelmää. Muissa syissä korostui jäähdytyksen puuttuminen sekä käyttötarkoitukseen sopimaton järjestelmä (liikaa lapsia tiloissa). Vastaajien mukaan vain hieman yli puolet ilmanvaihtojärjestelmistä huolletaan säännöllisesti. Joka viidennellä vastaajalla ei ollut tietoa kuinka usein järjestelmää huolletaan.

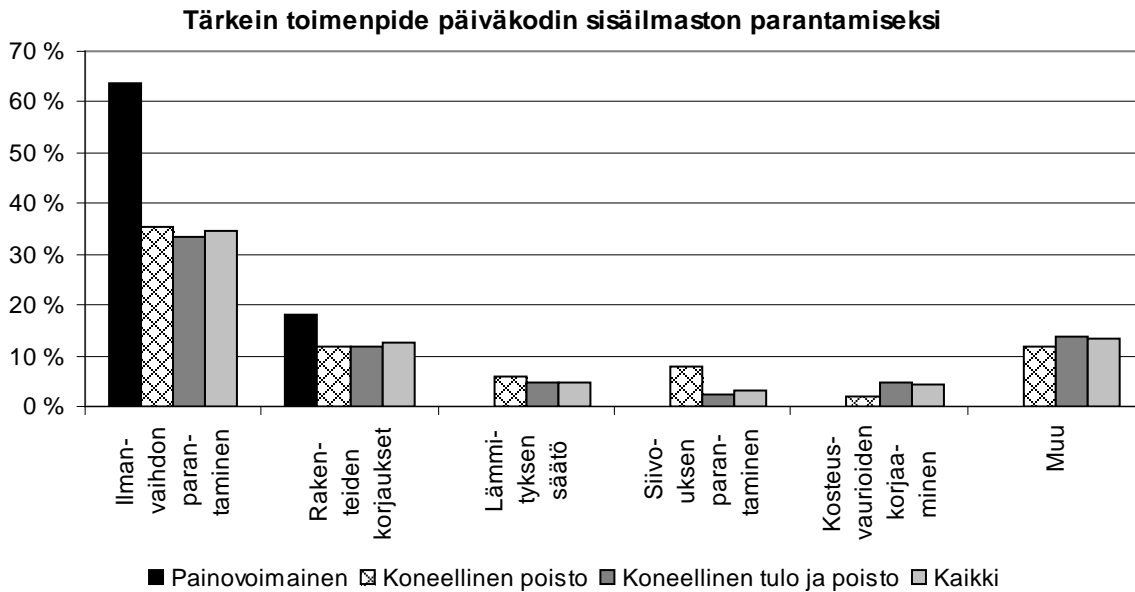
Taulukko 2.3 Ilmanvaihtojärjestelmän kunto ja huolto

	Lukumäärä	Osuus (%)
<b>Ilmanvaihtojärjestelmän kunto</b>		
Toimii täysin	58	21,0 %
Toimii melko hyvin	141	51,1 %
Toimii heikosti	51	18,5 %
Ei toimi	5	1,8 %
En tiedä	21	7,6 %
<b>Syy ilmanvaihtojärjestelmän puutteelliseen kuntoon</b>		
Tehoton järjestelmä	33	17,7 %
Vanhentunut järjestelmä	45	24,2 %
Puutteellinen säätö	13	7,0 %
Puutteellinen korvausilman saanti	18	9,7 %
Ei tietoa	46	24,7 %
Muu syy	31	16,7 %
<b>Ilmanvaihtojärjestelmän huolto</b>		
Säännöllisesti	143	51,8 %
Vian sattuessa	30	10,9 %
Pyydettyäessä	37	13,4 %
Ei ollenkaan	9	3,3 %
En tiedä	57	20,7 %

Vastaajien mielestä eri ilmanvaihtojärjestelmätyypeistä painovoimainen toimii heikoiten, mutta myös koneellisissa järjestelmissä (koneellinen poisto tai koneellinen tulo ja poisto) on parannettavaa (Kuva 2.3). Joka kolmas vastaaja ilmoitti ilmanvaihdon parantamisen tärkeimmäksi toimenpiteeksi sisäilmaston parantamiseksi (Kuva 2.4).



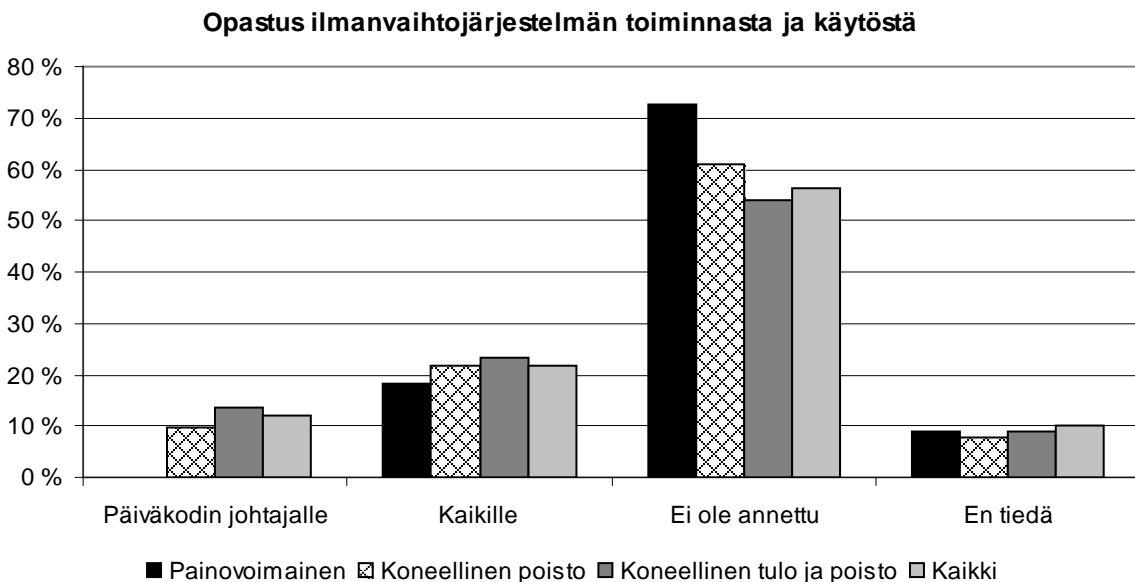
Kuva 2.3 Eri ilmanvaihtojärjestelmien toiminta kyselyyn vastanneiden mielestä



*Kuva 2.4 Vastaajien mielestä tärkein toimenpide päiväkodin sisäilmaston parantamiseksi*

Vastaajista, jotka ilmoittivat ilmanvaihdon toimivan melko hyvin, 51 % mainitsi sisäilmaongelmien johtuvan ensisijaisesti ilmanvaihdosta ja 46 % mainitsi ilmanvaihdon parantamisen tärkeimmäksi sisäilmastoa parantavaksi toimenpiteeksi. Tämä saattaa osaltaan kertoa, että ilmanvaihdolta myös odotetaan paljon.

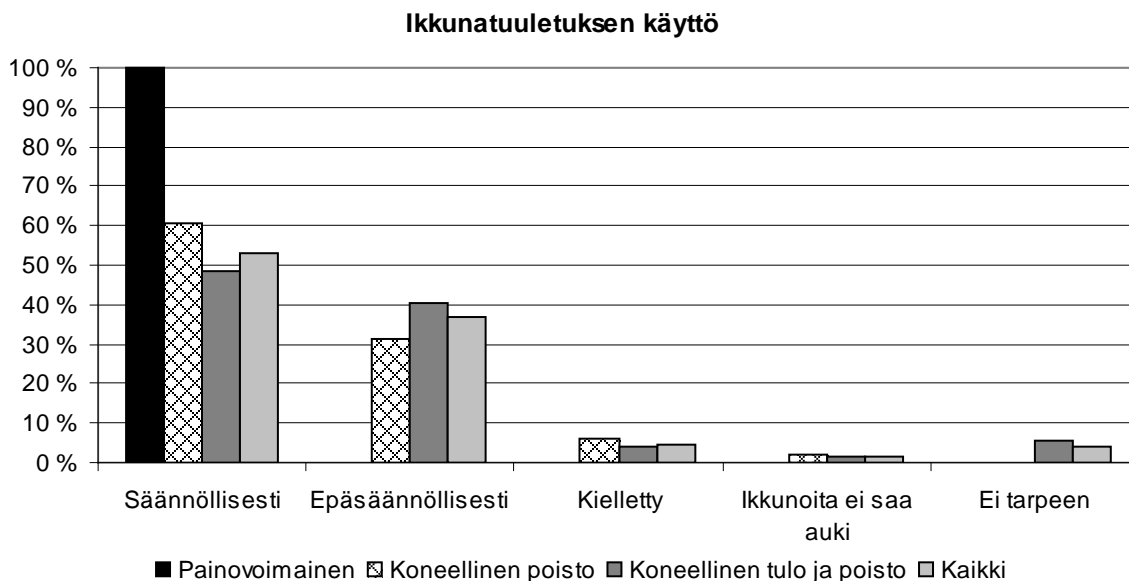
Kaikista vastaajista 34 % vastasi, että ilmanvaihtojärjestelmästä on annettu opastusta päiväkodinjohtajalle tai koko henkilökunnalle (Kuva 2.5). Päiväkodeissa, joissa on annettu opastusta ilmanvaihdosta, koettiin keskimäärin vähemmän sisäympäristöön liittyviä ongelmia kuin päiväkodeissa, joissa opastusta ei ole annettu. Tämä voi johtua siitä, että tietoisuus järjestelmän suorituskyvystä vähentää sisäympäristöstä johtuvia valituksia. Voi myös olla, että jos opastusta on annettu, ilmanvaihtoon ja sen toimintaan on panostettu keskimääräistä enemmän.



*Kuva 2.5 Ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta ja käytöstä annettu opastus*

Kaikissa päiväkodeissa, joissa on painovoimainen ilmanvaihto, käytetään ikkunatuuletusta säännöllisesti (Kuva 2.6). Muiden ilmanvaihtojärjestelmien kyseessä ollessa ikkunatuuletusta käytetään säännöllisesti noin joka toisessa päiväkodissa. Ainoastaan 11 päiväkodissa, joissa kaikissa oli koneellinen tulo- ja

poistoilmanvaihto, ei käytetty lainkaan ikkunatuuletusta. Päiväkodeissa, joissa ei käytetä ikkunatuuletusta, oli selkeästi vähemmän ongelmia vedosta ja kylmistä lattioista kuin päiväkodeissa, joissa tuuletetaan ikkunoiden kautta säännöllisesti.



Kuva 2.6 Ikkunatuuletuksen käyttö eri ilmanvaihtojärjestelmissä

### 2.2.3 Kosteusvauriot

Kyselyyn vastanneissa päiväkodeissa 42 %:ssa on esiintynyt lieviä ja 16 %:ssa vakavia kosteusvaurioita. Kosteusvaurioiden esiintymisellä oli selkeä vaikutus sisäilmastosta annettuun arvosanaan (Taulukko 2.4). Kosteusvaurioiden esiintyminen korreloi sisäilmasta tulleiden valitusten ja henkilökunnan poissaolojen kanssa.

Taulukko 2.4 Kosteusvaurioiden yleisyys päiväkodeissa

	Lukumäärä	Osuus (%)	Sisäilmaston arvosana
Kosteusvaurioiden esiintyminen päiväkodeissa			
Ei vaurioita	97	35,1 %	7,9
Lieviä vaurioita	116	42,0 %	7,0
Vakavia vaurioita	44	15,9 %	6,6
Ei tietoa	19	6,9 %	6,5

Päiväkotien johtajat ilmoittivat joka toisessa kosteusvauriotapauksessa vähintään kaksi kosteusvaurion tyyppiä ja lähes joka toisessa tapauksessa vähintään kaksi syytä kosteusvaurioihin. Yleisin kosteusvaurion tyyppi oli rakenteissa tai pinnoilla esiintyvät kosteat kohdat. Yleisin kosteusvaurion syy oli katon vuotaminen joka toisessa kosteusvauriotapauksessa (Taulukko 2.5). Lähes joka kolmannessa päiväkodinjohtajan ilmoittamassa vakavassa vauriossa korjausten aloittaminen kesti useita kuukausia. Tämä voi toisaalta johtua tarvittavasta suunnittelusta ja muusta esityöstä. Mutta tässäkin tapauksessa tulisi ainakin päiväkodinjohtajaa tiedottaa asian etenemisestä.

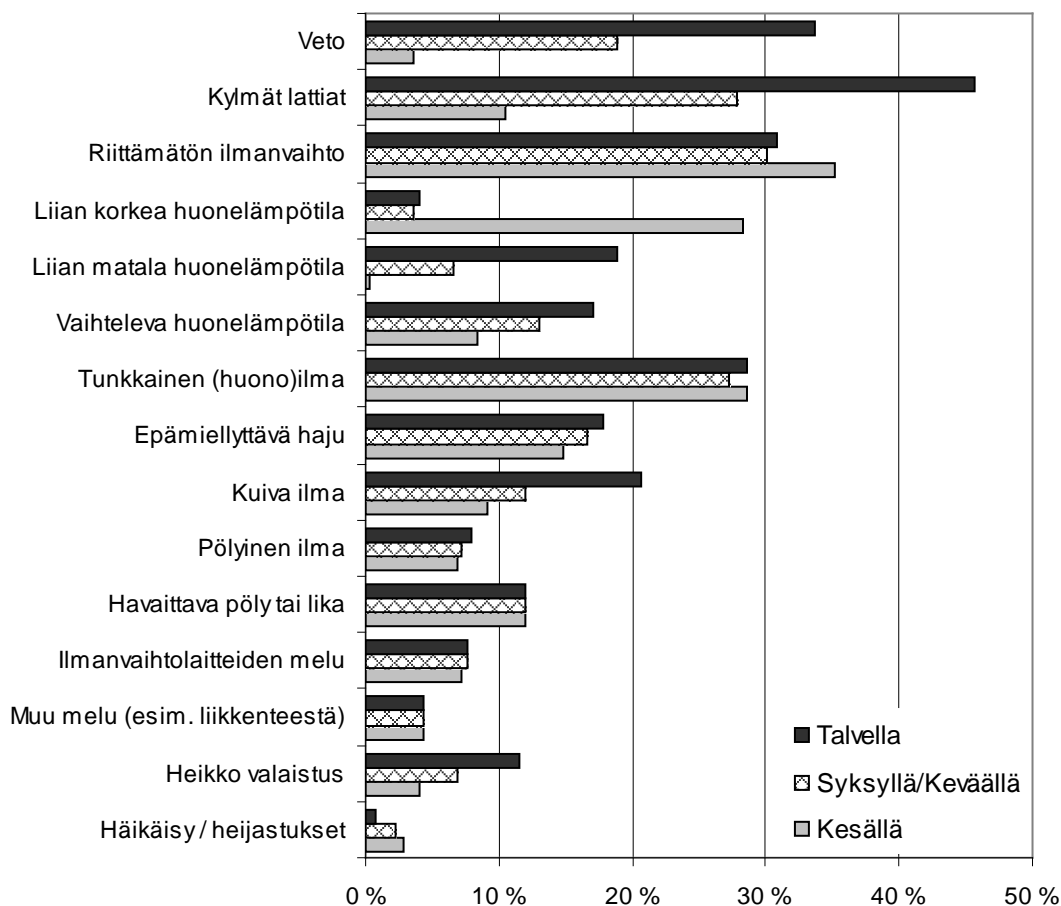
Taulukko 2.5 Kosteusvaurion tyyppi, syyt sekä tehdyt toimenpiteet

	Lukumäärä	Osuus kosteusvaurioista
Kosteusvaurion tyyppi		
Kosteita kohtia rakenteissa tai pinnoilla	111	69,4 %
Pintamateriaalien irtoaminen, lohkeilu, jne.	58	36,3 %
Homeen hajua	54	33,8 %
Muu	25	15,6 %
Puurakenteiden lahoaminen	22	13,8 %
Näkyvää hometta	8	5,0 %
Kosteusvaurion syy		
Katto on vuotanut	87	54,4 %
Kosteus on noussut maasta seiniin/kellariin	45	28,1 %
Putkivuoto	43	26,9 %
Puutteellinen kosteudeneristys	36	22,5 %
Muu	27	16,9 %
Ikkunat ovat vuotaneet	19	11,9 %
Vesi on valunut kellariin	14	8,8 %
Toimenpiteet kosteusvaurion havaitsemisen jälkeen		
Kuivaus ja korjaukset aloitettiin välittömästi	62	38,8 %
Tutkimuksia ja mittauksia	32	20,0 %
Korjausten aloittaminen kesti useita kuukausia	26	16,3 %
Vauriota ei korjattu kunnolla	17	10,6 %
Muuten	17	10,6 %
Ei mitenkään	5	3,1 %

#### 2.2.4 Sisäympäristöongelmat

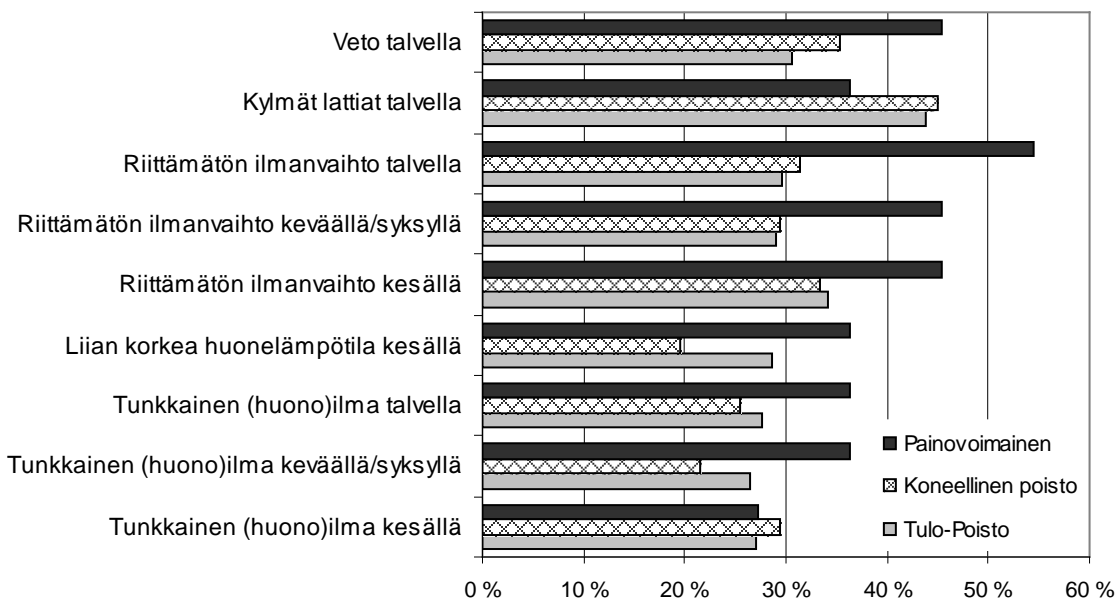
Suurin sisäympäristön ongelma päiväkodeissa on valtakunnallisen kyselyn mukaan kylmät lattiat. Talvella tätä ongelmaa esiintyy viikoittain lähes joka toisessa päiväkodissa. Ongelmaa esiintyy myös muina vuodenaikoina (Kuva 2.7).

Seuraavaksi suurimmat ongelmat ovat veto ja riittämätön ilmanvaihto. Vetoa esiintyy eniten talvella, ilmanvaihdon riittämättömyys vaivaa kaikkina vuodenaikoina. Myös tunkkainen ilma sekä liian korkea lämpötila kesäaikaan ovat viikoittaisia ongelmia lähes 30 % vastatuista päiväkodeista. Kysely tehtiin erittäin kuumien kesän jälkeen, mikä varmasti heijastuu kesäajan ongelmiin.



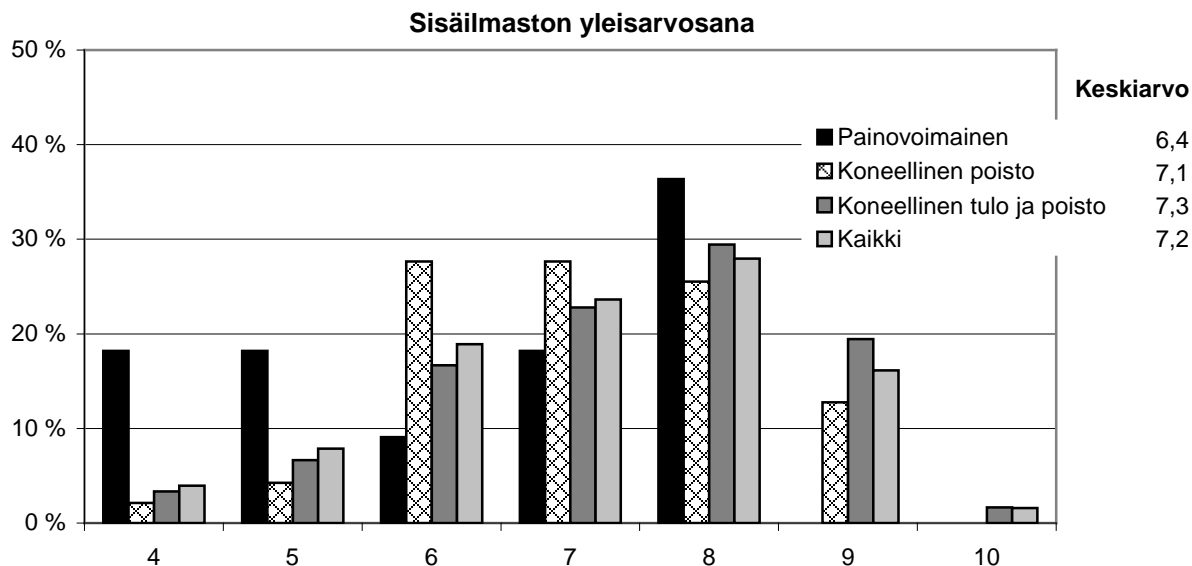
Kuva 2.7 Joka viikko esiintyvät sisäympäristöongelmat vastaajien mukaan eri vuodenaikoina

Sisäympäristöongelmien yleisyyttä ilmoitetun ilmanvaihtojärjestelmän mukaan tutkittiin ristiintaulukoimalla ilmanvaihtojärjestelmät yleisimpien ongelmien osalta (Kuva 2.8). Painovoimaisessa järjestelmässä esiintyi eniten ongelmia. Koneellisen poiston ja tulo-poistojärjestelmän välillä ei ollut merkittäviä eroja.



Kuva 2.8 Ilmanvaihtotekniikan vaikutus sisäympäristöongelmien yleisyyteen yleisimpien ongelmien osalta

Vastaajien sisäympäristöstä antama arvosana oli keskimäärin 7,2 (asteikolla 4...10). Parhaan arvosanan sai koneellinen tulo-poisto järjestelmä ja heikoimman painovoimainen ilmanvaihto. Huomattavaa on, että annettuun arvosanaan vaikuttaa moni muu asia ilmanvaihdon toimivuuden lisäksi.

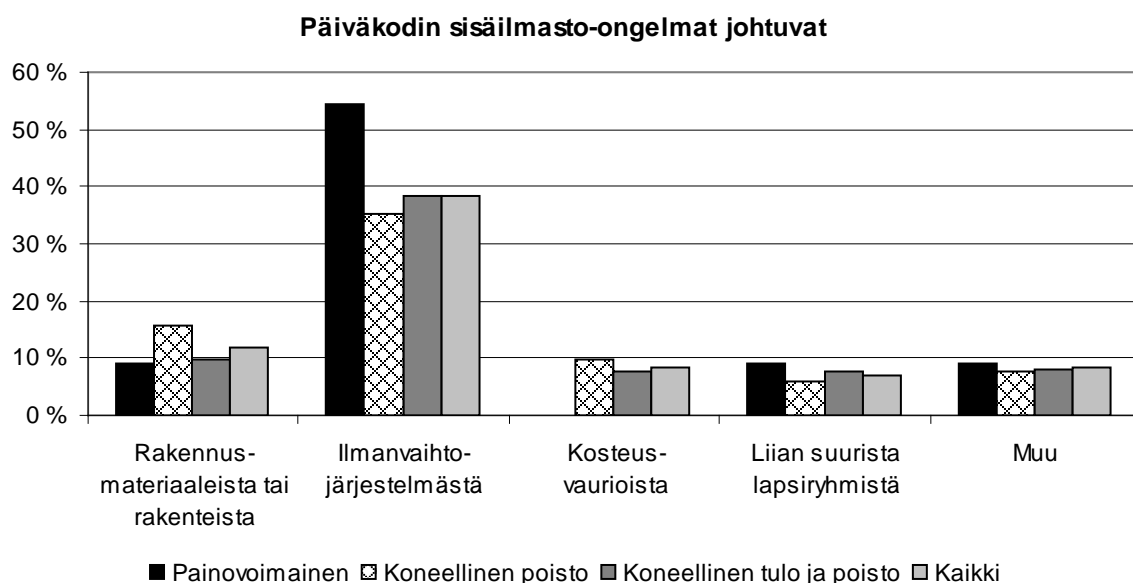


Kuva 2.9 Sisäilmastolle annettujen arvosanojen jakauma

Päiväkotien johtajat saavat sisäilmastoa koskevia valituksia 26 % päiväkodeista vähintään kerran viikossa. (Taulukko 2.6). 72 % vastaajista oli sitä mieltä, että henkilökunnan tai lasten poissaolot eivät johdu ollenkaan tai johtuvat vain vähän sisäilmastosta, 8 % oli sitä mieltä, että poissaolot johtuvat paljon sisäilmastosta. Yleisesti sisäilmasto-ongelmien koettiin johtuvan pääasiassa ilmanvaihtojärjestelmästä (Kuva 2.10). Sisäilmasto-ongelmien koettiin johtuvan lähes yhtä usein liian suurista lapsiryhmistä kuin kosteusvaurioista.

Taulukko 2.6 Päiväkodin johtajien arviot valituksista koskien sisäilmastoa ja sisäilmaston vaikutus henkilökunnan ja lasten poissaoloihin

	Lukumäärä	Osuus (%)
Henkilökunnan sisäilmastoa koskevat valitukset		
Päivittäin	16	5,8 %
Viikottain	56	20,3 %
Kuukausittain	68	24,6 %
Harvemmin	118	42,8 %
Ei koskaan	16	5,8 %
Puuttuva tieto	2	0,7 %
Sisäilmastosta johtuvien henkilökunnan tai lasten poissaolot		
Ei ollenkaan	127	46,0 %
Vähän	71	25,7 %
Paljon	23	8,3 %
En tiedä	53	19,2 %
Puuttuva tieto	2	0,7 %



Kuva 2.10 Päiväkodin sisäilmasto-ongelmien ensisijainen syy vastaajien mielestä

### 2.2.5 Kohteiden sisäilmaan tai energiatehokkuuteen liittyvät selvitykset ja korjaukset

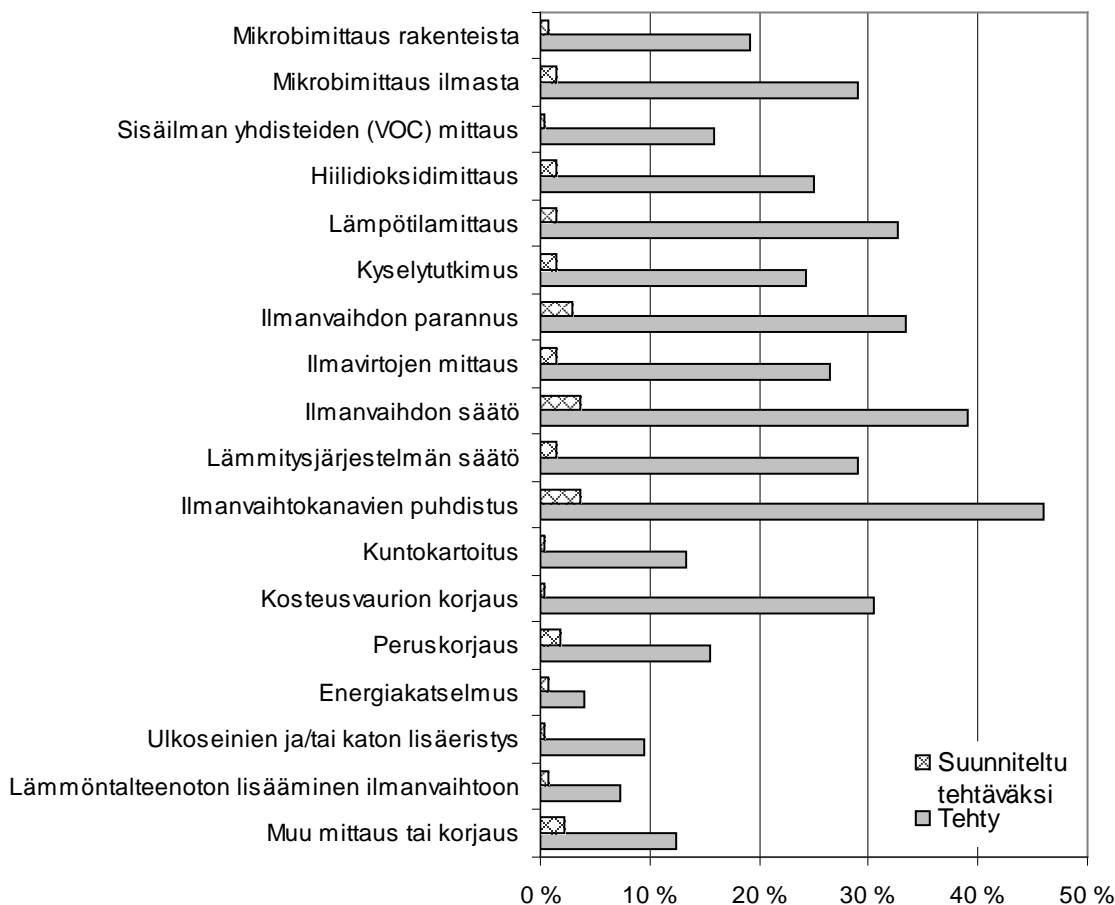
Päiväkodeista 70 %:ssa on tehty sisäilmaan tai energiatehokkuuteen liittyviä selvityksiä ja/tai korjauksia. Ainoastaan 12 päiväkotiin on suunniteltu tehtävän selvityksiä tai korjauksia seuraavan vuoden aikana (Taulukko 2.7). Tämä viittaa siihen, että selvityksiä ja korjauksia tehdään yleensä nopealla aikataululla tai että päiväkotien johtajat eivät tiedä niistä kovin paljoa etukäteen.

Taulukko 2.7 Päiväkodeissa tehtyt ja tehtäväksi suunnitellut selvitykset ja korjaukset

	Lukumäärä	Osuus (%)
<b>Sisäilmastoon tai energiatehokkuuteen liittyvät selvitykset tai korjaukset</b>		
On tehty viimeisen vuoden aikana	97	35,1 %
On tehty aikaisemmin	108	39,1 %
On suunniteltu tehtävän vuoden sisällä	12	4,3 %
Kaikenlaista on suunniteltu, mutta mitään ei yleensä tapahdu	25	9,1 %
Ei ole	54	19,6 %

Yleisin toimenpide päiväkodeissa on ilmastokanavien puhdistus, joka on tehty lähes joka toisessa päiväkodissa (Kuva 2.11). Myös muut ilmanvaihtoon liittyvät selvitykset ja toimenpiteet ovat melko yleisiä. Joka kolmannessa päiväkodissa on tehty mikrobimittaus rakenteista ja/tai ilmasta. Näistä 62 %:ssa on tehty myös kosteusvaurion korjauksia.





Kuva 2.11 Päiväkodeissa tehdyt ja tehtäväksi suunnitellut selvitykset ja korjaukset

### 2.3 Yhteenveto valtakunnallisen kyselyn tuloksista

Päiväkodin johtajat ilmoittivat ilmanvaihdon parantamisen tärkeimmäksi toimenpiteeksi sisäilmaston parantamiseksi, vaikkakin 58 %:ssa päiväkodeista on ollut kosteusvaurioita. Kohteissa, joissa ei ollut ilmennyt kosteusvaurioita, annettiin parhaat arvosanat sisäilmaston laadusta. Suurimmaksi syyksi ilmanvaihdon puutteelliseen kuntoon ilmoitettiin vanhentunut järjestelmä.

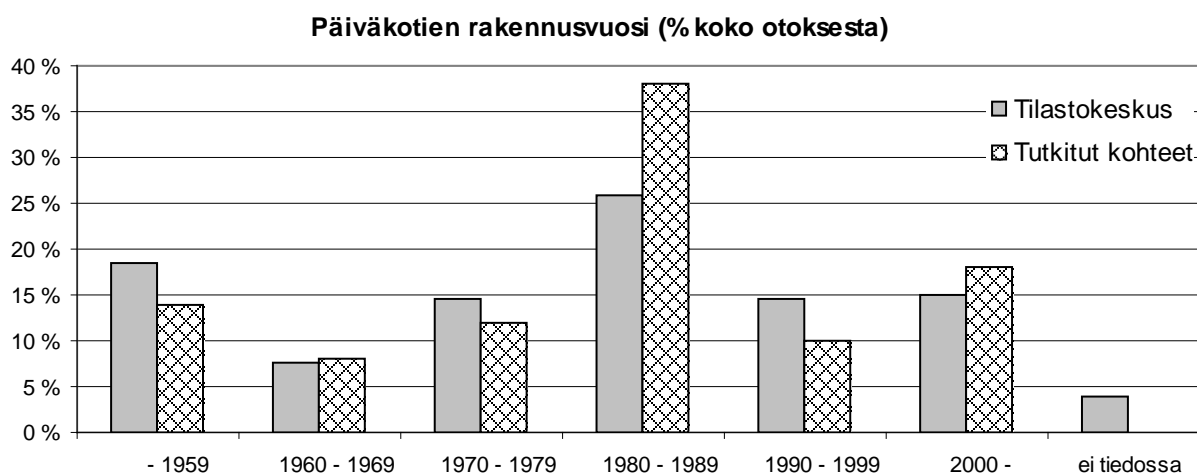
Päiväkodin johtajien tietämys ilmanvaihtojärjestelmistä on melko vähäistä. Ainoastaan 34 %:ssa päiväkodeista on annettu opastusta ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta ja käytöstä. Suurimmat sisäympäristöongelmat olivat kylmät lattiat ja veto talvella, liian korkea lämpötila kesällä sekä riittämätön ilmanvaihto ja tunkkainen ilma kaikkina vuoden aikoina.

Päiväkodeissa, joissa oli painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä, oli eniten sisäympäristöongelmia. Niissä päiväkodeissa, joissa oli koneellinen poisto tai koneellinen tulo-poisto –ilmanvaihto, ei ollut merkittävää eroa sisäympäristön ongelmassa vastaajien mielestä. Koneellisella tulo-poisto järjestelmällä varustetuissa päiväkodeissa eniten ongelmaksi koettiin kesäaikana liian korkeiksi kohoavat lämpötilat, lasten suuri määrä suhteessa ilmanvaihtoon, epäsoviva ilmanjako, puutteellinen säätö jne. Vetoa aiheuttavat puutteellisesta ilmanvaihdosta johtuva välttämätön ikkunatuuletus, ovien aukomisesta ja muu ikkunaveto. Joissain päiväkodeissa ilmanvaihto on säädetty täysille huonon ilmanlaadun tai lisääntyneen lapsimäärän vuoksi. Tämä aiheuttaa vetoa ja meluongelmia. Kysely tehtiin erittäin lämpimän kesän jälkeen, mikä näkyi vastauksissa valituksina jäähdytyksen puuttumisesta ja tunkkaisesta ilmasta.

### 3 Kohdekohtainen sisäilmastokysely päiväkotien henkilökunnalle

#### 3.1 Tutkitut kohteet

Hankkeeseen osallistuneet ammattikorkeakoulut tekivät tarkempia tutkimuksia viidellä paikkakunnalla. Jokaisella paikkakunnalla tehtiin kysely 10 päiväkodin henkilökunnalle, ja näistä viidessä päiväkodissa tehtiin tarkentavia mittauksia. Kaiken kaikkiaan siis yhteensä 50 päiväkodissa tehtiin kysely ja 25 päiväkodissa tarkentavat mittaukset. Tutkittavat päiväkodit valikoituivat keskenään hieman eri tavalla. Osassa kaupungin yhteyshenkilö määrsi kohteet ja toisissa päiväkodit saivat itse ilmoittautua mukaan, jolloin nopeimmat pääsivät mukaan tutkimukseen. Tutkituissa kohteissa oli jonkin verran enemmän 80-luvulla rakennettuja päiväkoteja verrattuna tilastokeskuksen kantaan (Kuva 3.1). Muuten päiväkotien rakennusajankohdat vastasivat melko hyvin koko Suomen päiväkotikantaa.



Kuva 3.1 Tutkittujen päiväkotien rakennusvuodet verrattuna koko päiväkotikantaan

#### 3.2 Kohdekohtaiset kyselyt

Kyselyn kysymykset perustuvat Ruotsalaiseen Örebro-kyselyyn (Andersson 1998), lisäksi käytettiin erikseen laadittuja lisäkysymyksiä. Kyselylomake on esitetty liitteessä 2. Kyselyt tehtiin viidellä paikkakunnalla eri aikaan.

#### 3.3 Kyselyiden tulokset

Kyselyyn vastasi yhteensä 542 päiväkodin työntekijää. Keskimääräinen vastausprosentti oli 73 %.

##### 3.3.1 Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmien toiminta sekä sisäympäristön ongelmat

Ilmanvaihdon ja lämmityksen toimintaan oltiin keskimäärin kohtalaisen tyytyväisiä (Taulukko 3.1). Eri kohteiden välillä oli kuitenkin suuria eroja. Yli 50 % vastaajia sanoi ilmanvaihtojärjestelmän toimivan huonosti 11 kohteessa. Näissä kohteissa 38 % vastaajista oli sitä mieltä että myös lämmitysjärjestelmä toimi huonosti. Tämä voi kertoa kokonaisuudessaan tiettyjen kohteiden LVI-järjestelmien tai niiden ylläpidon tasosta ja toisaalta myös siitä, että koettuihin sisäympäristön ongelmiin ei osata nimetä yhtä ainoaa aiheuttajaa.

Vain viidessä päiväkodissa oli mahdollisuus jollain tavalla säätää ilmanvaihtoa. Säätö tarkoitti lähinnä tehostusmahdollisuutta, joka koettiin usein äänekkääksi ja vetoa aiheuttavaksi.

Päiväkodit ovat siivouksen kannalta haasteellisia kohteita. Lasten mukana kulkeutuu ulkoa hiekkaa ja tiloissa on yleensä paljon tavaraa, mikä hankaloittaa siivousta. Tiloissa oleskellaan hyvin paljon lattialla, minkä vuoksi siisteys on tärkeää. Siivouksen tasoon oltiin keskimäärin melko tyytyväisiä, mutta viidessä kohteessa yli 50 % vastaajan mielestä siivouksen tason oli huono. Päiväkotien siivouksessa tulisi huomioida myös ns. yläpölyjen poisto säännöllisesti.

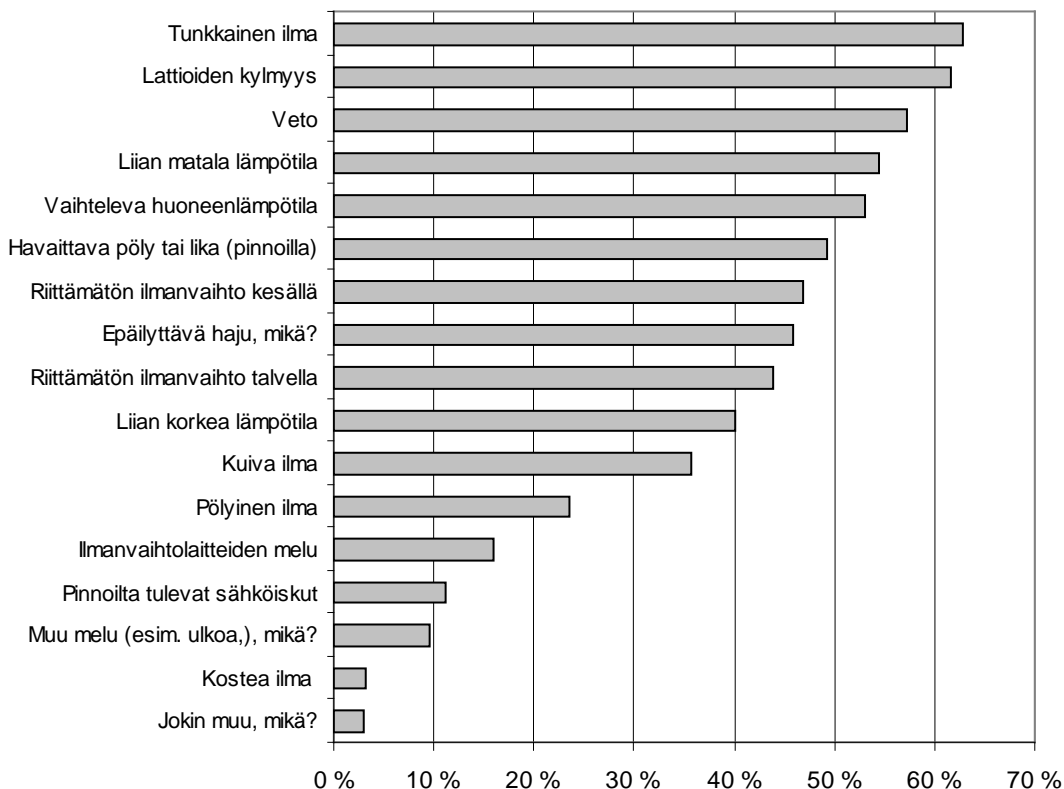
*Taulukko 3.1 Vastaukset ilmanvaihdon ja lämmitysjärjestelmän toimintaan sekä kiinteistön hoidon ja siivouksen tasoon*

	Lukumäärä	Osuus (%)
Ilmanvaihtojärjestelmä toimii		
Hyvin	70	13,2 %
Kohtalaisesti	318	60,1 %
Huonosti	141	26,7 %
Lämmitysjärjestelmä toimii		
Hyvin	71	13,4 %
Kohtalaisesti	346	65,4 %
Huonosti	118	22,3 %
Kiinteistöhoitoon taso		
Hyvä	121	22,9 %
Kohtalainen	323	61,1 %
Huono	85	16,1 %
Siivouksen taso		
Hyvä	177	33,5 %
Kohtalainen	261	49,3 %
Huono	79	14,9 %

Sisäympäristöongelmien osalta (kuva 3.2) eniten ongelmaksi koettiin tunkkainen ilma (63 % vastaajista), lattioiden kylmyys (62 % vastaajista) ja veto (57 % vastaajista). Samat ongelmat nousivat esiin myös valtakunnallisessa kyselyssä (Kuva 2.7). Selkeästi eniten ongelmia koettiin talvella ja sään muuttuessa nopeasti. Ongelma korostuu kovimmilla pakkasilla, jolloin ilmavaihto on monessa päiväkodissa puolitettu ja lapset pysyvät koko päivän sisällä. Lisäksi viikonlopun jälkeen ja aamuisin sisäilma koetaan tunkkaiseksi.

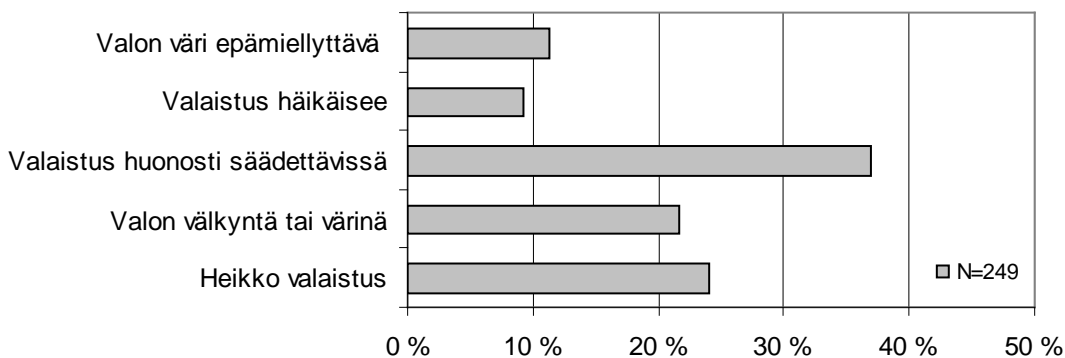
Epämiellyttävänä hajuna ilmoitettiin eniten viemärin hajua. Muutamassa kohteessa mainittiin myös homeen hajusta. Lähes 80 %:ssa päiväkodeista tuuletetaan vähintään kerran päivässä. Ikkunatuuletus aiheuttaa osaltaan vetoa ja lattioiden kylmyyttä.

Melu on päiväkodeissa yleinen ongelma. Tässä tutkimuksessa se ei kuitenkaan noussut esiin, koska melun osalta kysyttiin ilmanvaihtolaitteiden aiheuttamaa melua tai muuta melua (esim. ulkoa). Varsinainen sisäympäristön melu (lapsien tai toiminnan yleensä aiheuttama) jäi kysymysten muotoilun vuoksi selvittämättä.



Kuva 3.2 Vastaajien ilmoittamat sisäympäristössä esiintyneet ongelmat

Osassa kohteista kysyttiin myös valaistuksesta. Valaistuskysymykset lisättiin kyselyyn vasta siinä vaiheessa kun osa kyselyistä oli jo tehty, eivätkä ne siis olleet mukana kaikissa kohteissa. Suurin valaistuksen ongelma liittyy valaistuksen säädettävyyteen. Verrattuna muihin sisäympäristössä koettuihin ongelmiin valaistuksessa koettiin olevan melko vähän ongelmia (Kuva 3.3).



Kuva 3.4 Valaistuksen ongelmat kyselyyn vastanneiden mukaan

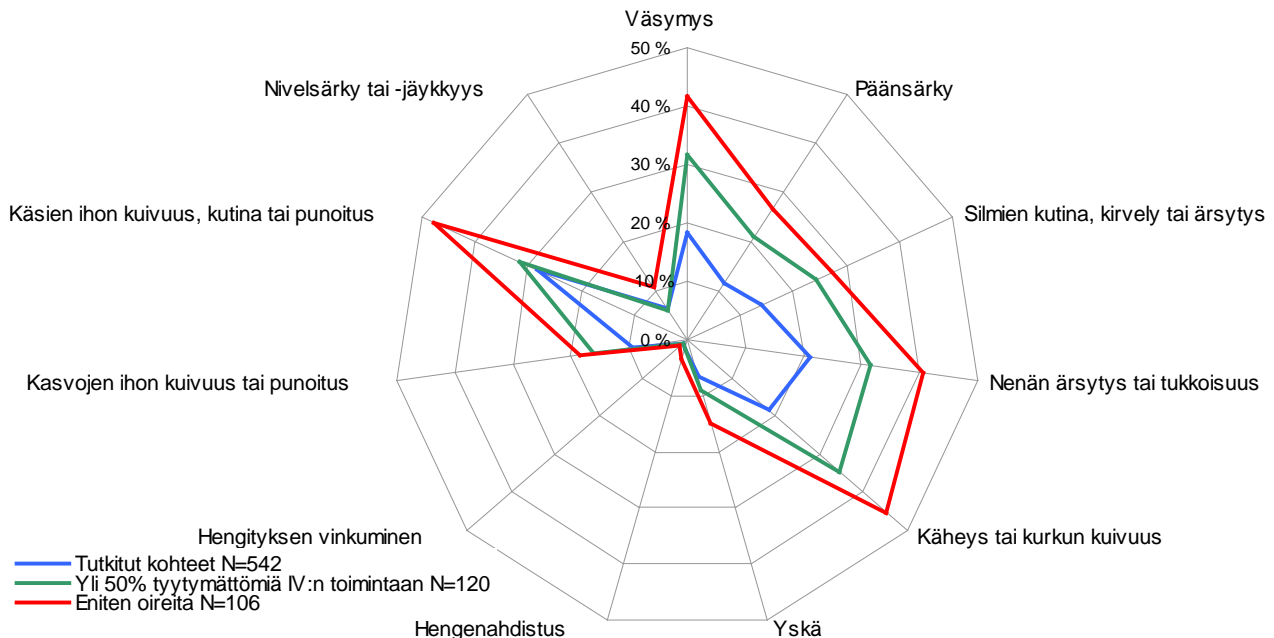
### 3.3.2 Sisäympäristöön liittyviksi koetut oireet

Sisäympäristöön liitettyjen oireiden määrä vaihtelee huomattavasti eri kohteissa. Kuvassa 3.4 on esitetty vastaajien sisäympäristöön liittämien oireiden osuus kaikissa kohteissa, sekä 9 kohteessa, joista raportoitiin eniten oireita ja kohteissa, joissa vastaajista yli 50 % oli tyytymättömiä ilmanvaihdon toimintaan.

Kohteissa, joissa ilmanvaihdon toimintaan oltiin tyytymättömiä, koettiin oireita selvästi enemmän kuin kyselyn kohteissa keskimäärin, muttei kuitenkaan yhtä paljon kuin niissä kohteissa, joissa oireita raportoitiin eniten.. Tuloksista voidaan todeta, että ilmanvaihdon puutteet saattavat ainakin osittain olla syynä koettuihin oireisiin, vaikka oireiden taustalla voi hyvin olla myös muita sisäympäristöä heikentäviä tekijöitä.

Yleisesti suoria johtopäätöksiä yksittäisen päiväkodin osalta kyselytutkimuksen perusteella ei kuitenkaan voi luotettavasti tehdä, koska otoksen pienuus saattaa vääristää tuloksia. Toisaalta, mikäli tulokset poikkeavat selvästi keskiarvosta, ovat kohteissa tehtävät tekniset lisätutkimukset ja -selvitykset perusteltuja, joissain tapauksissa jopa kiireellisiä.

Yleisimmät koetut oireet kaikissa kohteissa olivat käsien ihon kuivuus, kutina ja punoitus (28 %), nenän ärsytys ja tukkoisuus (21 %), väsymys (18 %) ja käheys tai kurkun kuivuus (18 %).

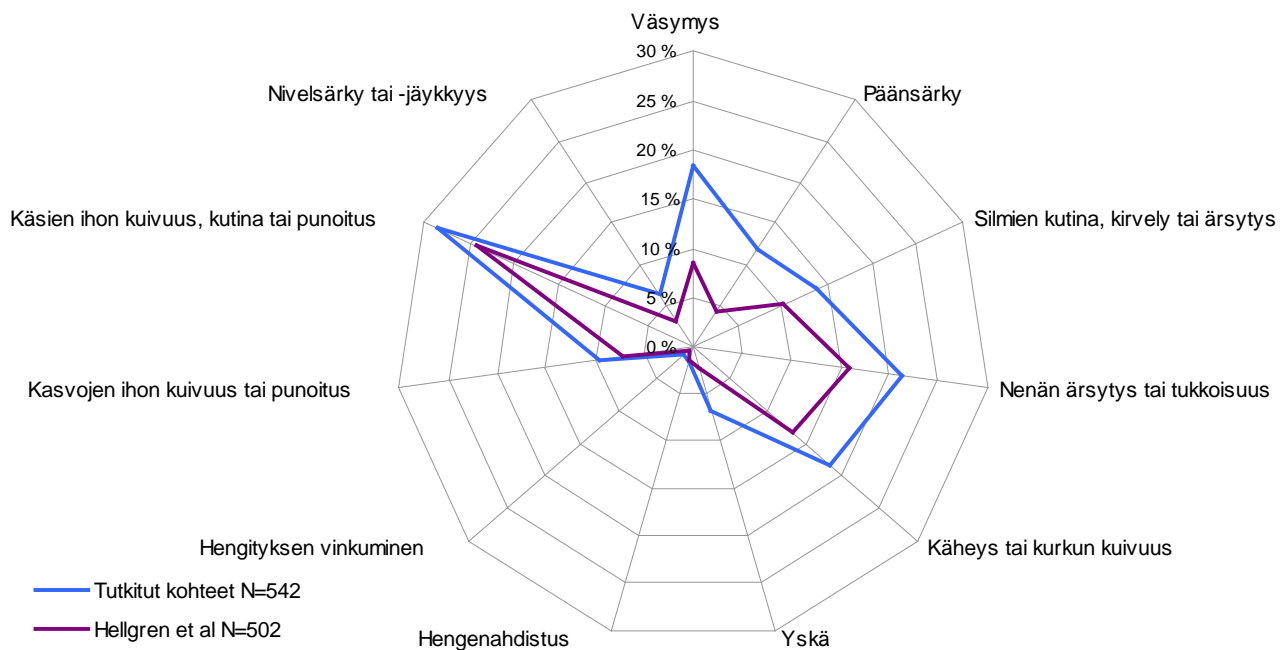


Kuva 3.5 Joka viikko koetut oireet kaikissa tutkituissa kohteissa, kohteissa, joissa yli 50 % vastaajista oli tyytymättömiä ilmanvaihdon toimintaan sekä 9 kohteessa, joissa oireita koettiin eniten

Oirekyselyiden tuloksia verrattiin vastaavaan yhden kaupungin alueella tehtyyn tutkimukseen (Hellgren et al. 2009). Kysymykset eivät olleet täysin identtisiä, minkä vuoksi vertailu tehtiin soveltuvien osien.

Väsymyksen ja päänsärlyn osalta oireita oli selkeästi enemmän, mikä saattaa viitata riittämättömään ilmanvaihtoon. Käsien iho-oireet liittyvät todennäköisesti työn luonteeseen ja toistuvaan käsien pesuun. Silmäoireiden esiintyminen yhdessä nenä- ja iho-oireiden kanssa voi liittyä mineraalivillapölyn esiintymiseen työtiloissa.

Vertailussa havaitaan, että oirekaavion muoto on melko samanlainen, mutta nyt tehdyissä kyselyissä oireita raportoitiin enemmän (Kuva 3.5). Aikaisemmassa tutkimuksessa oli mukana kaikki yhden keskisuuren kaupungin päiväkodit, jolloin niissä todennäköisesti on jollain tapaa samanlainen ohjelma korjauksille sekä huolto- ja ylläpitotoimelle. Nyt tehdyssä kyselyssä oli mukana kohteita viidestä eri kaupungista, mutta kohteet eivät olleet täysin sattumanvaraisesti valittuja. Oleellisin syy oireiden suurempaan määrään nyt tehdyssä tutkimuksessa on kuitenkin se, ettei kyselyn vastauksissa huomioitu psykososiaalisten tekijöiden vaikutuksia kuten aikaisemmassa kyselyssä oli tehty.



Kuva 3.6 Joka viikko koetut oireet kaikissa kohteissa sekä vertailututkimuksessa (Hellgren et al. 2009)

### 3.3.3 Yhteenveto kohdekohtaisista kyselyistä

Kyselyissä nousivat esille paljolti samat sisäympäristöongelmat kuin valtakunnallisessa kyselyssä. Eniten ongelmaksi koettiin tunkkainen ilma, lattoiden kylmyys ja veto. Yleisesti ongelmaksi mainittiin kylmyys talvella ja kuumuus kesällä. Kesällä tunkkaisuuden tunnetta lisää sisälämpötilan nousu, kun jäähdytystä ei ole. Talvella kovilla pakkasilla ilmanvaihto saatetaan puolittaa, ja samanaikaisesti lapset pysyvät sisällä.

Yleisimmät sisäympäristöön liittyvät oireet olivat käsien ihon kuivuuus, kutina ja punoitus, nenän ärsytys ja tukkoisuus, väsymys ja kurkun käheys tai kuivuuus. Kohteissa, joissa ilmanvaihdon toimintaan oltiin tyytymättömiä, koettiin oireita selvästi enemmän kuin kyselyn kohteissa keskimäärin, muttei kuitenkaan yhtä paljon kuin niissä kohteissa, joissa oireita raportoitiin eniten.

Verrattuna aikaisemmin suoritettuun, yhdessä kaupungissa tehtyyn kyselytutkimukseen (Hellgren et al. 2009) voidaan todeta, että oirekaavion muoto molemmissa on melko samanlainen, mutta nyt tehdyissä kyselyissä oireita raportoitiin enemmän.

## 4 Kohdekohtaiset sisäilmastomittaukset päiväkodeissa

### 4.1 Tutkitut kohteet ja suoritettut mittaukset

Mittauksia tehtiin viidellä eri paikkakunnalla, viidessä eri päiväkodissa kussakin. Paikkakunnat ja kohteet olivat samoja, joissa tehtiin kohdekohtaisia kyselyitä. Mittaukset tehtiin kesä-, talvi- ja kevät/syys-mittauksina sekä kertaluontoisesti että jatkuvina viikon kestoisina mittauksina.

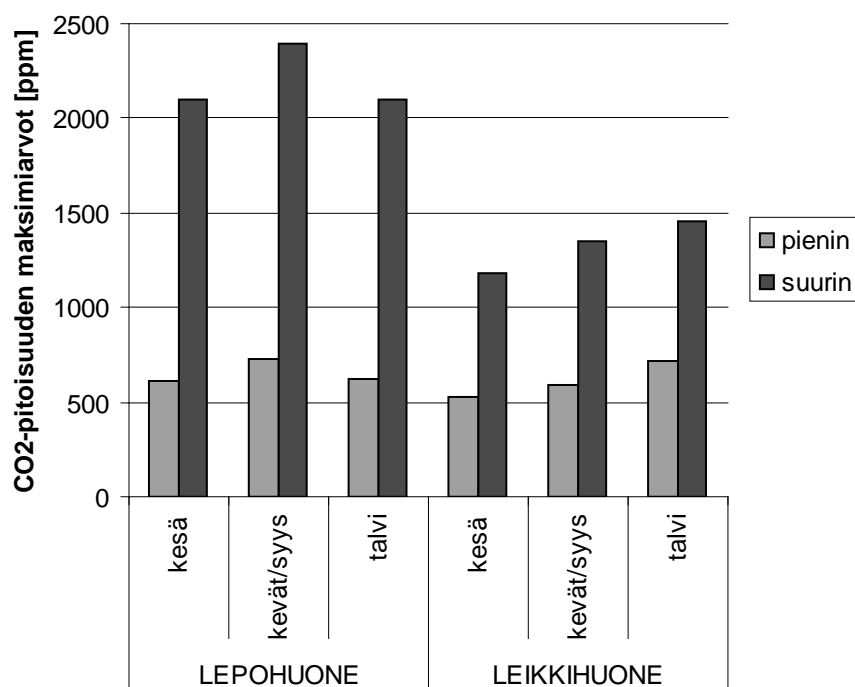
Kertaluonteisissa mittauksissa mitattavia suureita olivat ilman lämpötila, suhteellinen kosteus, liikenopeus sekä hiilidioksidipitoisuus ( $\text{CO}_2$ ). Lisäksi mitattiin lattioiden pintalämpötilaa, operatiivista lämpötilaa sekä tulo- ja poistoilmavirtojen määriä. Viikon kestävässä mittauksissa mitattiin lämpötilaa ja  $\text{CO}_2$ -pitoisuutta.

Kertaluonteisia mittauksia suoritettiin lepo- ja leikkihuoneissa ja viikon mittaukset pääasiassa leikkihuoneissa. Kertamittauksia tehtiin kunkin mitattavan suureen osalta noin 50 kpl. Mittauslomake on esitetty liitteessä 3.

### 4.2 Kertamittausten tulokset

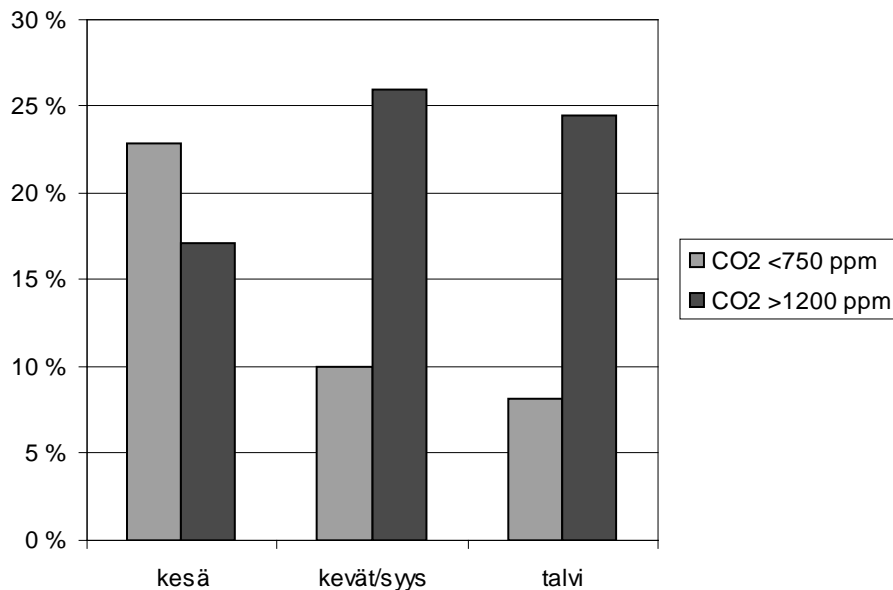
#### 4.2.1 Hiilidioksidipitoisuudet

Kuvassa 4.1 on esitetty eri vuodenaikoina mitattujen hiilidioksidipitoisuuksien pienimmät ja suurimmat maksimipitoisuudet lepo- ja leikkihuoneissa. Yleisesti pitoisuudet olivat lepo- ja leikkihuoneissa korkeampia kuin leikkihuoneissa, samoin talvi- ja kevät/syyskaudella pitoisuudet nousivat korkeammiksi kuin kesällä.



Kuva 4.1 Hiilidioksidipitoisuuksien mitatut maksimiarvot

Mitattuja hiilidioksidipitoisuuksia verrattiin Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 määrittämään maksimipitoisuuden ohjearvoon (1200 ppm) sekä sisäilmastoluokituksen 2008 määrittelemään S1-luokan (<750 ppm)  $\text{CO}_2$ -pitoisuuteen. Prosenttiosuudet kaikista (sekä lepo- että leikkihuoneissa tehdyistä) mittauksista, jotka ylittivät tai alittivat mainitut raja-arvot, on esitetty kuvassa 4.2.



Kuva 4.2 Hiilidioksidipitoisuuksien maksimi-arvojen osuudet verrattuna D2:een ja sisäilmastoluokitukseen

Hiilidioksidipitoisuuksien osalta tilanne oli paras kesäaikaan, jolloin suurimmat maksimi-arvot jäivät alhaisemmiksi kuin muina vuodenaikoina. Kesällä pitoisuudet pysyivät useammin myös sisäilmastoluokituksen mukaisessa erinomaisessa arvossa. Tämän voi ainakin osittain olettaa johtuvan kesäaikaisesta mahdollisuudesta ikkunatuuletukseen ilman vetoriskiä samoin kuin siitä, että kesäaikaan oleskellaan enemmän ulkona. Henkilömäärät mitatuissa tiloissa eivät ole juurikaan poikenneet toisistaan mittausten aikana eri vuodenaikoina.

1200 ppm ylittävät mittaukset jakautuivat useisiin kohteisiin niin, että kesällä kuudessa, kevät/syyskaudella kymmenessä ja talvella 12 kohteessa 25:stä ylitettiin mainittu raja-arvo joko lepo- tai leikkihuoneessa.

#### 4.2.2 Suhteellinen kosteus

Suhteellisen kosteuden osalta mittaustulokset ovat ennakko-odotusten kaltaisia: talviaikana suhteellinen kosteus sisätiloissa laskee alhaiseksi, mikä johtuu ulkoilman absoluuttisen kosteuden laskusta lämpötilan laskiessa. Kesäaikaan suhteellinen kosteus sisätiloissa vastaavasti nousee ja kevät/syyskauden arvot ovat puolestaan edellä mainittujen välissä. Taulukossa 4.1 on esitetty mittaustuloksia suhteellisen kosteuden arvoista eri vuodenaikoina. Mitattujen arvojen osittain suuri vaihteluväli johtuu lähinnä eri kohteiden vaihtelevista ulkoilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden arvoista mittaushetkellä.

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa ei määritetä raja-arvoja suhteelliselle kosteudelle. Yleisesti suhteellisen kosteuden optimialueena pidetään talviaikaan arvoja 25...45 %.

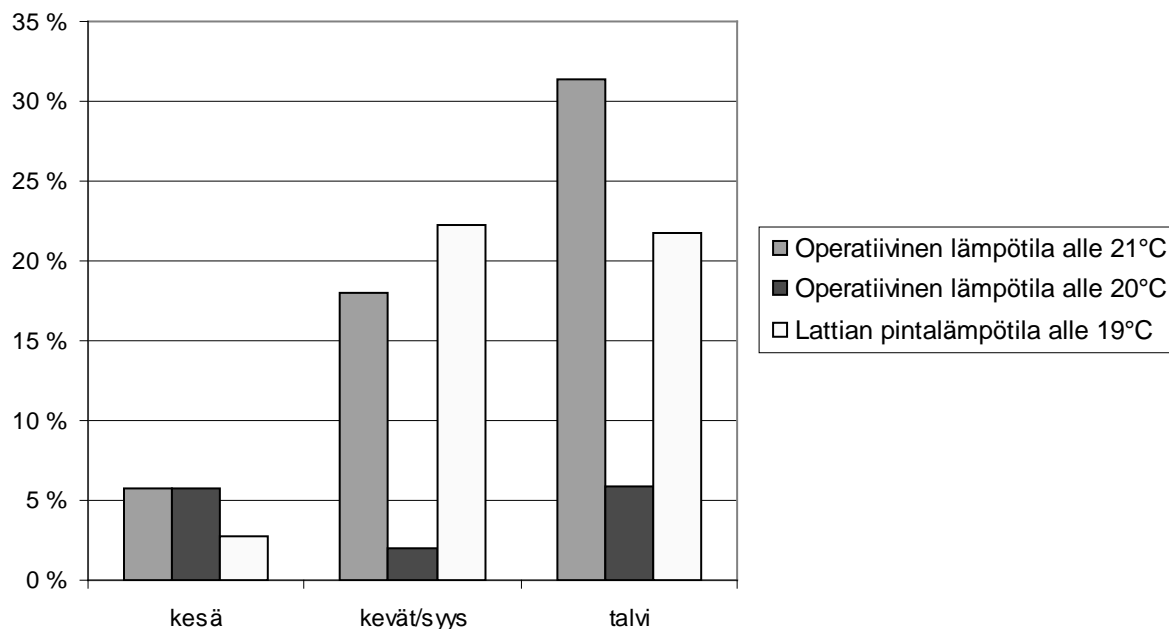
Taulukko 4.1 Suhteellisen kosteuden eri vuodenaikoina mitattuja arvoja

	Suhteellinen kosteus			
	minimi	maksimi	keskiarvo	mediaani
Kesä	21 %	76 %	50 %	53 %
Kevät/syys	15 %	56 %	31 %	28 %
Talvi	9 %	34 %	20 %	19 %



#### 4.2.3 Lämpötilat

Osassa kohteista sisälämpötilat sekä lattioiden pintalämpötilat laskivat Asumisterveysohjeessa päiväkodeille ilmoitetun välttävän arvon alle. Välttävä arvo on operatiivisen lämpötilan osalta 20 °C ja lattian pintalämpötilan osalta 19 °C. Kuvassa 4.3 on esitetty lämpötilamittausten tuloksia. Operatiivinen lämpötila kuvastaa huoneilman lämpötilasta poikkeavien pintalämpötilojen (esim. kylmät ikkunapinnat) vaikutusta ihmisen lämmöntunteeseen.



Kuva 4.3 Osuudet 21°C ja 20°C alittavista operatiivisista lämpötiloista sekä 19°C alittavista lattian pintalämpötiloista

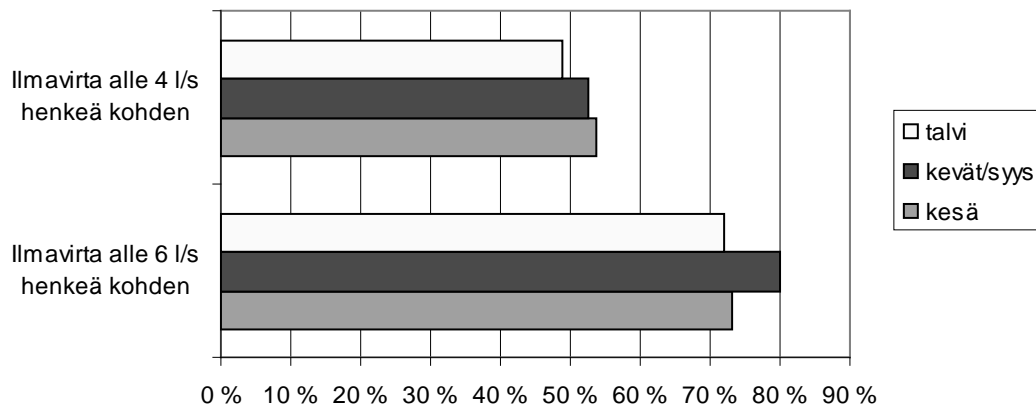
Lattian pintalämpötilojen osalta on huomioitava, että kaikki talviaikana (kevät/syyskaudella yhtä lukuun ottamatta kaikki) alle 19 °C alle jääneet arvot mitattiin yhdessä kaupungissa. Lisäksi vielä niin, että sekä kevät/syys- että talvikauden mittauksista yhtä lukuun ottamatta kaikki mittaukset kyseisessä kaupungissa jäivät mainitun arvon 19 °C alle. Mittauksia oli tämän kaupungin kohteissa tehty myös huoneiden ulkonurkissa tai –seinustoilla, eli myös perinteisen oleskeluvyöhykkeen ulkopuolella.

Lattian pintalämpötilan mittauksia tehtiin yhteensä 45 kpl, joista 10 jäi alle 19 °C. Mikäli vertailuarvona lattian pintalämpötilan suhteen olisi käytetty 20 °C, olisi tämän arvon alle jäänyt 16 kpl mittauksista talviaikana.

Operatiivinen lämpötila 23 °C ylittyi 8 %:ssa mittauksista talviaikaan ja 14 %:ssa mittauksista kevät/syysaikaan. Kesäaikaan 23 °C ylityksiä tehtiin 66 %:ssa mittauksista. Kesäajan lämpötilaa ei yleisesti pyritä aktiivisesti hallitsemaan päiväkodeissa, toisin sanoen jäähdytystä ei yleensä kohteissa ole.

#### 4.2.4 Tulo- ja poistoilmavirtojen määrät

Nykyisten määräysten mukainen tuloilmavirta henkeä kohti päiväkodeissa on 6 l/s. Tehtyjen mittausten aikana henkilömäärä huoneessa saattoi vaihdella hieman. Mitattuja ilmavirtoja verrattiin maksimihenkilömäärään huoneissa. Mittausten tulokset on esitetty kuvassa 4.4. Eri vuodenaikojen tulokset eivät poikenneet merkittävästi toisistaan.

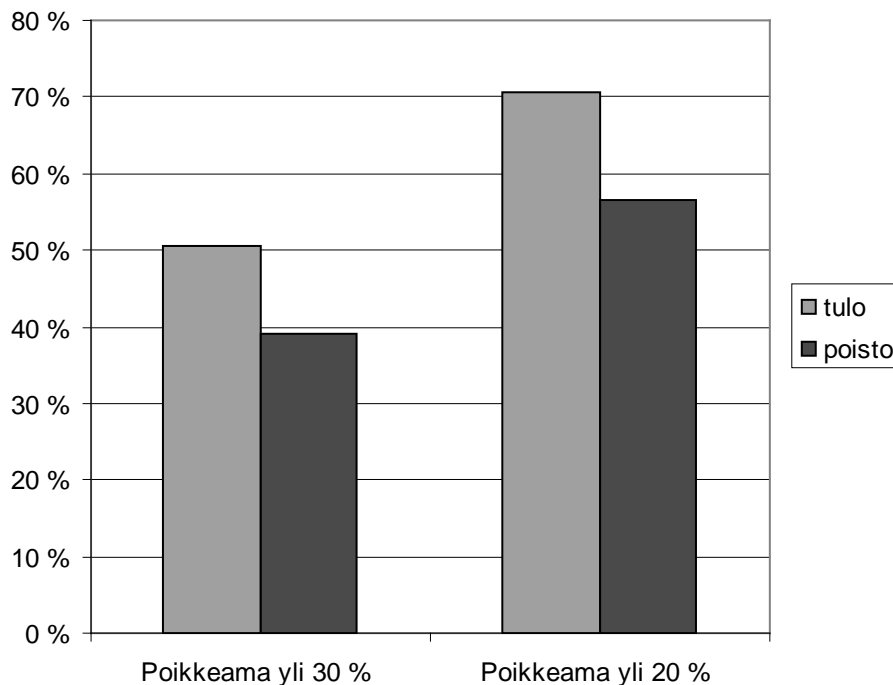


Kuva 4.4 Osuudet kohteista, joissa mitatut tuloilmavirrat jäävät alle 6 l/s tai 4 l/s henkeä kohden

Tulosten perusteella voidaan todeta, että suuressa osassa kohteita mitatut ilmavirrat ovat liian pieniä henkeä kohti laskettuina.

Mitattuja tulo- ja poistoilmavirtojen määriä verrattiin myös suunnitteluarvoihin niissä kohteissa, joissa suunnitteluarvoja saatiin käyttöön. Tuloilmavirrat poikkesivat suunnitteluarvoista yleisesti ottaen enemmän kuin poistoilmavirrat, molemmissa poikkeamat olivat suuria. Yli 30 %:n poikkeamia tuloilmavirtojen suunniteltujen ja mitattujen arvojen välillä mitattiin yli puolessa kohteista.

Mitatut ilmavirrat olivat paria poikkeusta lukuun ottamatta pienempiä kuin suunnitteluarvot, mikä selittää osin myös liian pienet henkeä kohti mitatut ilmavirrat. Usein päiväkodeissa on jouduttu myös kasvattamaan ryhmäkokoja ja lapsimääriä, jolloin ilmanvaihto on jäänyt riittämättömäksi.



Kuva 4.5 Osuudet kohteista, joissa mitatut ilmavirrat poikkeavat yli 20 % tai 30 % suunnitteluarvosta

### 4.3 Jatkuvat mittaukset

Viikon kestäneitä mittauksia suoritettiin talviaikana melko vähän, ja useissa tutkimukseen osallistuneissa päiväkodeissa ei mittauksia tehty lainkaan. Jatkuvat mittaukset jakautuivat tasan lepo- ja leikkihuoneiden kesken. Mittaustulosten vähyden vuoksi tuloksia ei ole esitetty raportissa erikseen. Mittausten tulokset olivat kuitenkin samansuuntaisia kertamittausten kanssa, maksimiarvot lämpötilojen ja CO<sub>2</sub>-pitoisuuksien olivat viikon pituisissa mittauksissa usein hieman kertamittauksia suurempia.

Lämpötilojen ja hiilidioksidipitoisuuksien pysyvyyksiä mittaustulosten perusteella ei myöskään laskettu muutamaa kohdetta lukuun ottamatta, eikä pysyvyyksiä ole esitetty raportissa. Yksittäisten päiväkotien mittaustuloksia kerta- ja jatkuvien mittausten osalta on raportoitu hankkeen ohessa tehdyissä insinööritöissä.

### 4.4 Yhteenveto mittauksista

Henkeä kohti laskettuna ilmapirrat jäivät alle määräystason 6 l/(s,hlö) 70 %:ssa mittauksista, kun laskenta tehtiin tilan maksimihenkilömäärän mukaan. Hiilidioksidipitoisuudet nousivat yli suositusarvojen neljäsosassa kevät/syys- sekä talviaikaan suoritetuissa mittauksissa. Ilmanvaihdon puutteet korostuivat lepo- ja leikkihuoneissa lasten päiväunien aikana. Mitatut tuloilmapirrat poikkesivat suunnitteluarvoista yli 30 % puolessa kohteista.

Lämpötilojen osalta tilanne ei ollut yhtä huono kuin ilmanvaihdossa. Operatiivinen lämpötila jäi alle 20 °C talviaikana 6 %:ssa kohteista. Lattian pintalämpötilat jäivät alle 19 °C talviaikana 22 %:ssa kohteista. Tällaiset tulokset osuivat kaikki yhtä lukuun ottamatta yhden kaupungin päiväkodeissa tehtyihin mittauksiin. Näissä kohteissa mittauksia tehtiin myös oleskeluvyöhykkeen ulkopuolella, mikä saattoi aiheuttaa alhaisemmat lukemat.

Korkeita lämpötiloja, eli kun operatiivinen lämpötila ylitti 23 °C, mitattiin talviaikaan 8 %:ssa kohteissa ja kevät/syysaikana 14 %:ssa kohteista. Kesäaikana 23 °C ylityksiä tuli luonnollisesti enemmän, mutta tämä johtuu lähinnä mittaushetkellä vallinneista ulkoilman olosuhteista, koska jäähdytystä ei kohteissa yleensä ole.

Suhteellisen kosteuden osalta mittaustulokset eri vuodenaikoina seuraavat ulkoilmassa vallitsevia olosuhteita. Talvella suhteellinen kosteus laskee usein suositusarvojen alle. Suhteellista kosteutta ei pyritä aktiivisesti hallitsemaan kohteissa, toisin sanoen kuivausta tai kostutusta ei käytetä.

## 5 Kyselyiden ja mittausten välinen yhteys

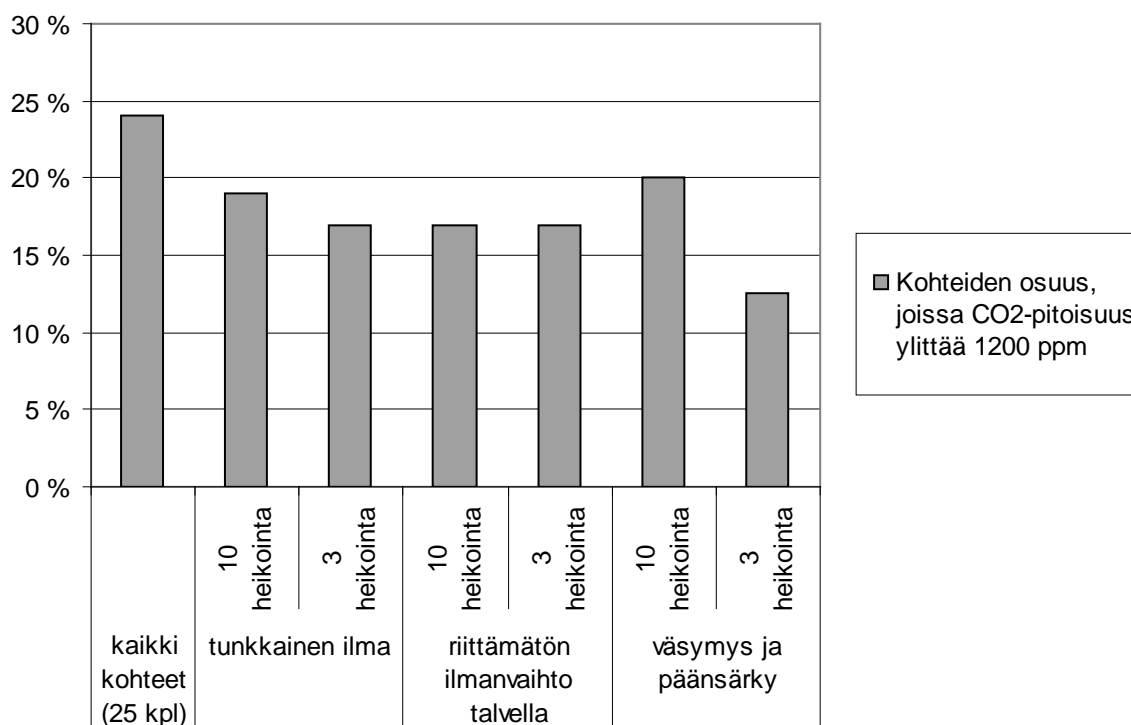
Tarkasteltaessa kohteita, joissa suoritettiin sekä kysely että mittauksia, voidaan verrata kuinka hyvin näissä kohteissa raportoidut sisäympäristön ongelmat tai sisäympäristöstä johtuviksi koetut oireet korreloivat mittausten kanssa.

Kyselyiden tuloksia on verrattu talviajan kertamittauksiin, koska talvella yleisesti mittaustulokset olivat sisäympäristön kannalta huonompia ja lisäksi ongelmia esiintyi enemmän. Viikon kestäneitä mittauksia ei vertailuissa voitu käyttää niiden vähyyden vuoksi.

### 5.1 Ilmanvaihto

Tunkkainen ilma oli kohdekohtaisten kyselyiden suurin yksittäinen sisäilman laatuun liittyvä ongelma. Kohteissa, joissa tehtiin myös mittauksia, 65 % (63 %) vastanneista oli viimeisen vuoden aikana yleisesti kokenut ilman olevan tunkkaista. Ilmanvaihtoa oli puolestaan pitänyt talviaikaan riittämättömänä 48 % (44 %) vastaajista. Työympäristöstä johtuvaa väsymystä ilmoitti kokeneensa 21 % (18 %) vastaajista ja päänsärkyä 18 % (12 %) vastaajista. Suluissa on kaikkien 50 kyselykohteen vastaavat prosenttiosuudet.

Edellä esitetyt ongelmat ja oireet voivat viitata riittämättömään ilmanvaihtoon. Ilmanvaihdon riittävyttä voidaan toisaalta arvioida ilman hiilidioksidipitoisuuden perusteella. Kuvassa 5.1 on esitetty kohteiden, joissa CO<sub>2</sub>-pitoisuus ylitti 1200 ppm, osuus kaikista kohteista. Kuvassa on myös CO<sub>2</sub>-pitoisuuden 1200 ppm ylittäneiden kohteiden osuudet kymmenessä ja kolmessa sellaisessa kohteessa, joissa ilmanlaatua koskevia ongelmia ja oireita oli vastaajien mielestä eniten. Nämä on kuvassa esitetty maininnalla "10 heikointa" tai "3 heikointa".



Kuva 5.1 Osuudet kohteista, joissa CO<sub>2</sub>-pitoisuus ylittää 1200 ppm

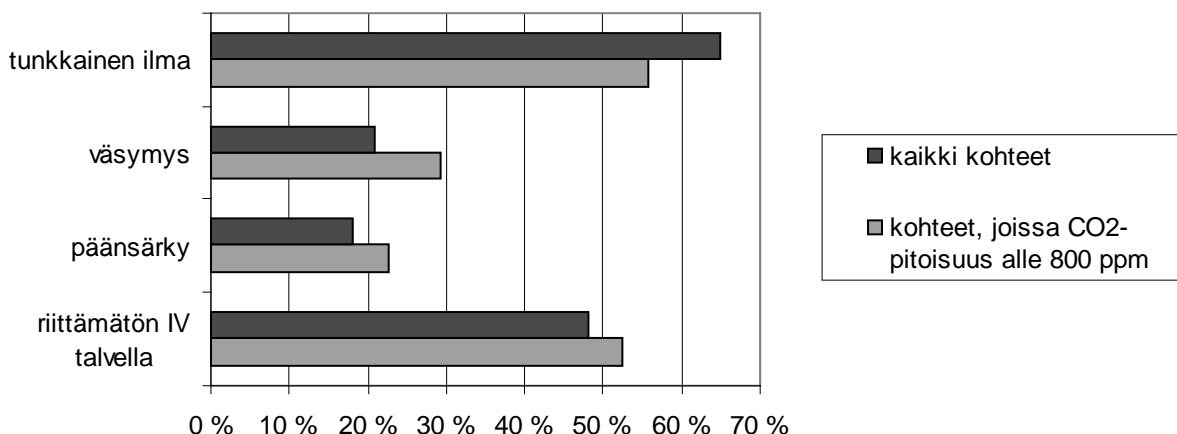
Edellä mainittuja tuloksia on esitetty myös taulukossa 5.1. Taulukossa on mukana myös tehtyjen mittausten lukumäärät sekä ongelmista tai oireesta ilmoittaneiden vastaajien osuudet kaikista vastaajista.

Taulukko 5.1 CO<sub>2</sub>-pitoisuuden osalta 1200 ppm ylittäneiden kohteiden osuus kaikissa mitatuissa kohteissa (25 kpl) sekä kohteissa, joissa koettiin riittämättömään ilmanvaihtoon viittaavia ongelmia tai oireita

	CO <sub>2</sub> mittausten lukumäärä	CO <sub>2</sub> -pitoisuus >1200 ppm		Ongelmaa kokeneiden osuus vastanneista
		lukumäärä	osuus	
Kaikki kohteet (25 kpl)	49	12	24 %	
Tunkkainen ilma				65 %
10 heikointa	21	4	19 %	≥ 80 %
3 heikointa	6	1	17 %	≥ 93 %
Riittämätön ilmanvaihto talvella				48 %
10 heikointa	18	3	17 %	≥ 60 %
3 heikointa	6	1	17 %	≥ 80 %
Väsymys / päänsärky				21 / 18 %
10 heikointa	20	4	20 %	≥ 22 / 22 %
3 heikointa	8	1	13 %	≥ 44 / 33 %

Kuvan 5.1 ja taulukon 5.1 mukaisesti kohteissa joissa kyselyiden perusteella koettiin eniten ongelmia tai joissa vastaajat ilmoittivat eniten työympäristöstä johtuvia oireita, mitattiin kuitenkin vähemmän ohjearvon ylittäviä hiilidioksidipitoisuuksia kuin kaikissa mitatuissa kohteissa yleisesti.

Ongelmien ja oireiden määrää on vertailun vuoksi tarkasteltu kohteissa, joissa CO<sub>2</sub>-pitoisuudet jäivät mittauksissa alle 800 ppm, eli joissa ilmanvaihdon voidaan katsoa olevan riittävä. Tulokset on esitetty kuvassa 5.2. Näissä kohteissa ainoastaan tunkkaisen ilman osalta koettiin vähemmän ongelmia kuin kaikissa kohteissa keskimäärin.



Kuva 5.2 Ongelmia tai oireita kokeneiden osuudet kaikissa kohteissa (25 kpl) sekä kohteissa, joissa CO<sub>2</sub>-pitoisuus alittaa 800 ppm

## 5.2 Lämpötilat

Lattioiden kylmyys oli toiseksi eniten koettu ongelma kyselytutkimuksessa. Kohteissa, joissa tehtiin myös mittauksia, 62 % (62 %) vastaajista piti kylmiä lattiaita ongelmana. Liian matalaa lämpötilaa oli kokenut 52 % (54 %) vastaajista viimeisen vuoden aikana ja liian korkeaa puolestaan 42 % (40 %). Suluissa on kaikkien 50 kyselykohteen osuudet. Näitä ongelmia verrattiin mitattuihin operatiivisen lämpötilan sekä lattioiden pintalämpötilojen arvoihin kohteissa, joissa vastaajat olivat eniten raportoineet kokeneensa näitä ongelmia. Tulokset on esitetty taulukoissa 5.2, 5.3 ja 5.4.

*Taulukko 5.2 Lattian pintalämpötilan 19 °C alittaneiden osuus kaikissa mitatuissa kohteissa sekä kohteissa, joissa lattioiden kylmyys koettiin eniten ongelmaksi*

	Lattian pinta- lämpötila mittausten lukumäärä	Lattian pintalämpötila <19 °C		Ongelmaa kokeneiden osuus vastanneista
		lukumäärä	osuus	
Kaikki kohteet (25 kpl)	46	10	22 %	
Lattioiden kylmyys				62 %
10 heikointa	19	0	0 %	≥ 67 %
3 heikointa	7	0	0 %	100 %

Kohteissa, joissa lattioiden kylmyys koettiin eniten ongelmaksi, ei kuitenkaan mitattu kylmimpiä lattioiden pintalämpötiloja.

*Taulukko 5.3 Operatiivisen lämpötilan 21 °C tai 20 °C alittaneiden osuus kaikissa kohteissa sekä kohteissa, joissa liian matala lämpötila ja veto koettiin eniten ongelmaksi*

	Operatiivinen lämpötila mittausten lukumäärä	Oper. lämpötila <21 °C		Oper. lämpötila <20 °C		Ongelmaa kokeneiden osuus vastanneista
		luku- määrä	osuus	luku- määrä	osuus	
Kaikki kohteet (25 kpl)	51	16	31 %	3	6 %	
Liian matala lämpötila						52 %
10 heikointa	20	6	30 %	2	10 %	≥ 64 %
3 heikointa	5	1	20 %	1	20 %	≥ 80 %
Veto						57 %
10 heikointa	20	7	35 %	2	10 %	≥ 78 %
3 heikointa	6	2	33 %	0	0 %	≥ 91 %

Operatiivisen lämpötilan osalta kymmenessä ja kolmessa heikoimmassa kohteessa (kohteet, joissa valitettiin eniten liian alhaisesta lämpötilasta) mitattiin vähemmän 21 °C alittavia ja toisaalta hieman enemmän 20 °C alittavia operatiivisen lämpötilan arvoja kuin kaikissa mitatuissa kohteissa.

Operatiivisen lämpötilan osalta tietyt arvot alittavien mittaustulosten määrä niissä kohteissa, joissa vetoa koettiin eniten, oli hieman suurempi kaikkien kohteiden vastaaviin määriin verrattuna lukuun ottamatta kyselyn kolmea heikointa kohdetta, joiden mittauksissa operatiivinen lämpötila ei alittanut kertaakaan 20 °C.

Ilman liikenopeuksia mitattiin myös useissa tutkituissa kohteissa. Nopeudet ylittivät 0,15 m/s alle 10 %:ssa kohteista ja vain yksi mittaustulos 37:stä ylitti arvon 0,2 m/s, joka on Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2:n määrittämä sallittu maksiminopeus päiväkodeissa talvella.

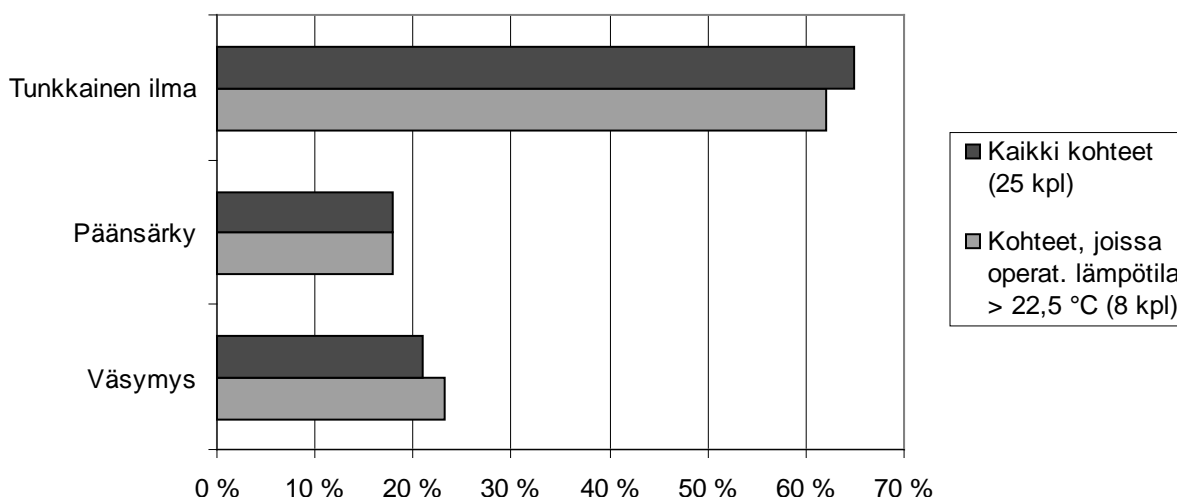
*Taulukko 5.4 Operatiivisen lämpötilan 22 °C tai 23 °C ylittäneiden osuus kaikissa kohteissa sekä kohteissa, joissa liian korkea lämpötila koettiin eniten ongelmaksi*

	Operatiivinen lämpötila mittausten lukumäärä	Oper. lämpötila >23 °C		Oper. lämpötila >22 °C		Ongelmaa kokeneiden osuus vastanneista
		luku- määrä	osuus	luku- määrä	osuus	
Kaikki kohteet (25 kpl)	51	4	8 %	16	31 %	
Liian korkea lämpötila						42 %
10 heikointa	20	4	20 %	10	50 %	≥ 47 %
3 heikointa	6	0	0 %	2	33 %	≥ 77 %

Operatiivisen lämpötilan osalta kyselyn kymmenessä heikoimmassa kohteessa (kohteet, joissa valitettiin eniten liian korkeasta lämpötilasta) mitattiin myös enemmän 22 °C tai 23 °C ylittäviä operatiivisen lämpötilan arvoja kuin kaikissa mitatuissa kohteissa. Toisaalta kolmessa heikoimmassa kohteessa ei mitattu lainkaan 23 °C ylittäviä arvoja, ja likimain saman verran 22 °C ylittäviä arvoja kuin kaikissa mitatuissa kohteissa.

Taulukon 5.4 kymmenen mittausta (rivillä ”10 heikointa”), joissa operatiivisen lämpötilan 22 °C arvo ylittyi, tehtiin yhteensä kuudessa eri päiväkodissa. Vain yhdessä kohteessa näistä koettiin enemmän päänsärkyä, kahdessa kohteessa enemmän väsymystä ja kolmessa kohteessa enemmän tunkkaisuutta kuin kaikissa kohteissa keskimäärin.

Koettuja ongelmia ja oireita kohteissa, joissa mitattiin korkeimmat operatiivisen lämpötilan arvot, on verrattu kaikissa kohteissa koettuihin ongelmiin ja oireisiin kuvassa 5.3. Näissäkään kohteissa ei koettu mahdollisesta liian korkeasta lämpötilasta aiheutuvia muita ongelmia (tunkkaisuus) tai oireita (väsymys ja päänsärky) sen enempää kuin kohteissa yleisesti.



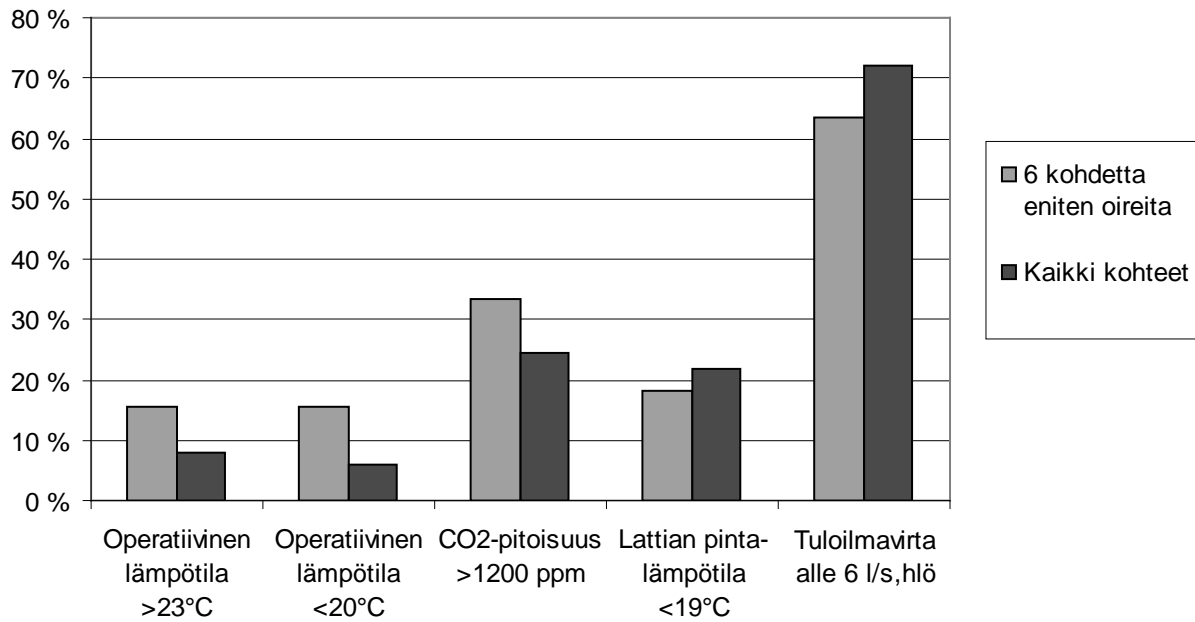
*Kuva 5.3 Ongelmia tai oireita kokeneiden osuudet kaikissa kohteissa sekä kohteissa, joissa operatiivinen lämpötila ylittää 22,5 °C*

Yleisesti kaikista lämpötilamittauksista voidaan sanoa, ettei kohteista, joissa ongelmia oli koettu keskimääräistä enemmän, saatu mittauksissa juurikaan huonompia tuloksia kuin muista kohteista. Tämä pätee sekä kylmiin lattioihin että liian mataliin tai korkeisiin lämpötiloihin.

### 5.3 Oireet yleisesti

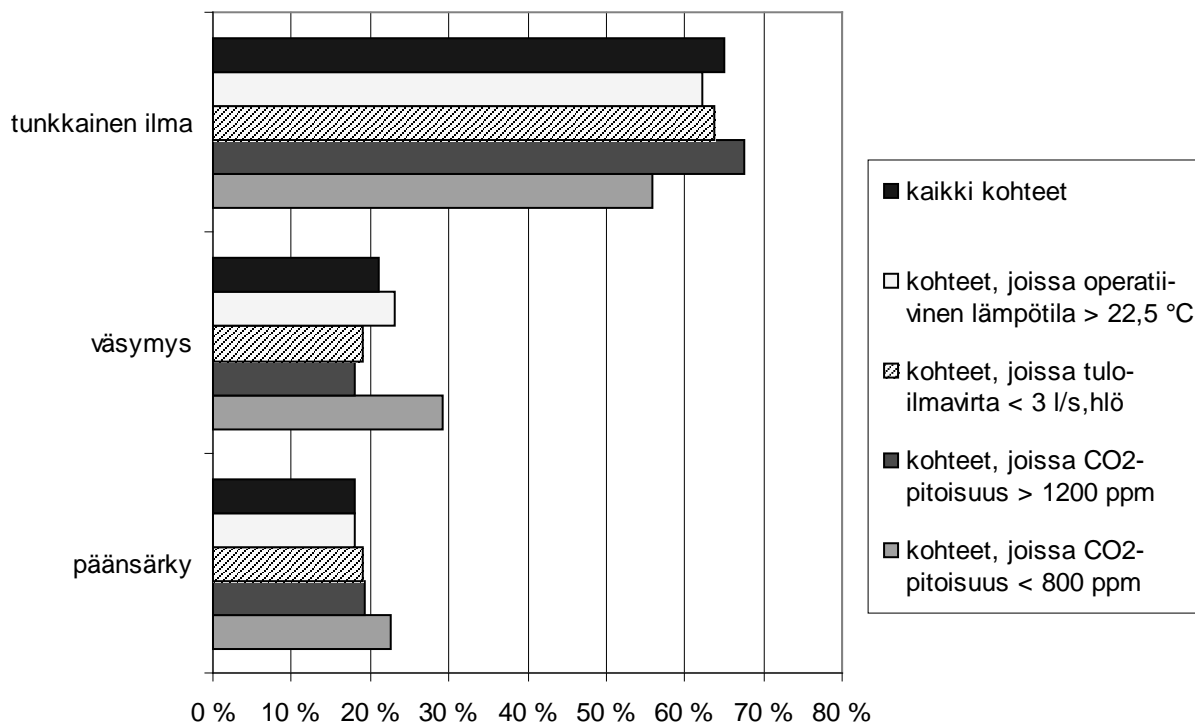
Kuvassa 3.4 on aiemmin esitetty vastaajien sisäympäristöön liittämät oireet kaikissa kohteissa, sekä kohteissa, joissa vastaajista yli 50 % oli tyytymättömiä ilmanvaihdon toimintaan ja yhdeksässä kohteessa, joista raportoitiin yleisesti ottaen eniten oireita. Näistä yhdeksästä kohteesta kuusi oli sellaisia, joissa tehtiin myös mittauksia. Näissä kuudessa kohteessa mitattuja eri suureiden arvoja on verrattu kaikkien kohteiden mittaustuloksiin kuvassa 5.4.

Operatiivisen lämpötilan ja CO<sub>2</sub>-pitoisuuden mittaustulokset kohteissa, joissa vastaajien mukaan koettiin eniten sisäympäristöön liittyviä oireita, olivat huonompia kuin kaikissa kohteissa keskimäärin. Lattian pintalämpötilaa ja henkeä kohden määritettyä tuloilmavirtaa koskevat mittaustulokset olivat puolestaan parempia (Kuva 5.4).



Kuva 5.4 Mittaustulosten tietyt arvot ylittävät tai alittavat osuudet kuudessa eniten oireita koetuissa kohteissa, sekä kaikissa mitatuissa kohteissa.

Kuvassa 5.5 on vielä lopuksi vertailtu sisäympäristöön liitettyjen ongelmien ja oireiden määrää kaikissa kohteissa sekä kohteissa, joissa tietyt mitatut arvot ylittyvät tai alittuvat. Vertailun vuoksi on ilmoitettu myös oireiden määrä kohteissa, joiden maksimi CO<sub>2</sub>-pitoisuudet jäivät mittauksissa alle 800 ppm, eli joissa ilmanvaihdon voi olettaa olleen riittävä.



Kuva 5.5 Ilmanvaihtoon mahdollisesti liittyvien ongelmien tai oireiden osuus kaikissa kohteissa sekä kohteissa, joissa joidenkin mittaussuureiden tietyt arvot ylittyvät tai alittuvat



Vertailut osoittavat, ettei kohteissa, joissa mitattiin tässä tutkimuksessa korkeimpia lämpötiloja, alhaisimpia tuloilmavirtoja henkeä kohden tai korkeaa hiilidioksidipitoisuutta, tunkkaista ilmaa, väsymystä tai päänsärkyä koettu sen enempää kuin tutkimuksen kohteissa keskimäärin. Sen sijaan kohteissa, joissa mitatut CO<sub>2</sub>-pitoisuudet jäivät tässä tutkimuksessa alhaisimmiksi, koettiin kuitenkin ongelmia ja oireita, kuten väsymys ja päänsärky, hieman enemmän kuin kaikissa kohteissa yleisesti.

#### **5.4 Yhteenveto ja johtopäätökset mittauksien ja kyselyiden vertailusta**

Tehtyjen mittauksien ja kyselyiden keskinäistä korrelaatiota ei voitu luotettavasti tutkia. Tutkimuksen kyselylomake ei sovellu käytettäväksi kyselyiden ja mittauksien välisen korrelaation tutkimiseen, kun tutkittavana on useita toisistaan erillisiä kohteita.

Mahdollisia syitä on useita, tärkeimpänä kuitenkin kyselyiden liian pienet otokset sekä se, etteivät mittauspaikat ja kyselyissä annetut vastaukset kohdistuneet välttämättä samoihin tiloihin. Myöskään ajallisesti kyselyt ja mittaukset eivät osuneet aina riittävän lähelle toisiaan. Itse kysymykset saattoivat olla joiltain osin hankalia, lisäksi kyselyitä toteutettiin osassa kohteista haastattelututkimuksena ja joihinkin kysely toimitettiin postitse. Kyselyn tekotapa saattaa vaikuttaa siihen kuinka laajalti vastaajat ilmoittivat kokeneensa kyselyissä mainittuja ongelmia tai oireita.

Työterveyslaitoksen käyttämä vastaavanlainen sisäilmastokysely on alun perin tarkoitettu käytettäväksi toimistomaisiin työtiloihin silloin, kun epäillään henkilöstön oireiden ja koettujen haittojen johtuvan sisäilmasta, jolloin spesifiä syytä ei tiedetä. Kyselyn tulos kertoo, onko ryhmätason sisäilmasto-ongelmaa olemassa ja se voi antaa viitteitä sisäilmasto-ongelman aiheuttajasta.

Kyselyn käyttö laajamittaisen ja useilla eri paikkakunnilla sijaitsevien kohteiden tutkimuksen välineenä kartoitettaessa kyselyiden ja mittauksien välistä korrelaatiota ei ole oikea käyttökohde sille. Nyt vertailussa oli 25 päiväkotia, joissa jokaisessa yksittäisessä kohteessa kyselyn otos jäi liian pieneksi. Tällöin luotettavien johtopäätösten tekeminen korrelaationkin suhteen on vaikeaa. Mikäli korrelaatiota haluttaisiin selvittää, tulisi myös käytettävät kysymykset laatia tarkemmiksi ja kohdistaa ne aina siihen tilaan jossa mittauksiakin tehdään. Nyt mittauksia tehtiin pääosin yhdessä leikki- ja yhdessä lepopuoneessa kussakin päiväkodissa, kun koettuja ongelmia tai oireita kartoitettiin kyselyissä koko päiväkodista.

Syinä kyselyiden ja mittauksien väliseen huonoon korrelaatioon voi olla myös se että mittaukset painottuivat teknisten järjestelmien ja erityisesti ilmanvaihdon toimintaan, kun taas oireiden aiheuttajina voivat olla muut tekijät. Tästä saatiin myös selkeitä viitteitä joissain yksittäisissä kohteissa, joissa avoimissa vastauksissa kerrottiin tehdyistä homekartoituksista ja työntekijöiden oireiluista samalla kun ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa pidettiin puutteellisenä. Mittauksien mukaan kuitenkin esimerkiksi hiilidioksidipitoisuudet olivat kohteissa hyvällä tasolla.

Usein sisäilmaan liitetyt oireet ja valitukset ovat epämääräisiä eikä niiden syitä pystytä tunnistamaan yksiselitteisesti. Ihmiset kokevat myös sisäilman ongelmia tai lämpöolosuhteita hyvin yksilöllisesti, mikä vaikuttaa kyselyiden ja mittauksien väliseen korrelaatioon.

## 6 Yhteenveto ja johtopäätökset

### 6.1 Yleiset päätelmät

Kyselytutkimusten ja mittausten perusteella voidaan sanoa, että päiväkotien sisäympäristössä ja ilmanvaihdossa on edelleen parannettavaa. Kaikkia ongelmia tai työtekijöiden oireiluja ei kuitenkaan pelkällä ilmanvaihdon saneerauksella pystytä korjaamaan. Siksi onkin tärkeää selvittää aina sisäilmaongelmien syyt ja taustat perusteellisesti.

Ilmanvaihdon puutteet korostuivat lepohuoneissa lasten päiväunien aikana. Kuormitus lepohuoneissa ja yleensäkin päiväkotien tiloissa vaihtelee suuresti vuorokauden eri aikoina. Ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus ilman laadun, esim. hiilidioksidipitoisuuden, perusteella on paras keino huomioida kuormitusvaihtelut siten, että voidaan taata hyvät sisäilmaolosuhteet samalla energiaa säästäen. Ilmanvaihto tulisi toteuttaa tällaisella tarpeenmukaisella ohjauksella varustettuna kaikkiin uusiin päiväkoteihin. Olemassa oleviin päiväkoteihin ilmanvaihdon saneerausten laajuus tulee suunnitella tapauskohtaisesti.

Kaikissa, niin uusissa kuin vanhoissa, päiväkodeissa tulisi aina huolehtia siitä, ettei suunniteltuja ryhmäkokoja ylitetä. Mikäli lapsimääriä tiloissa kasvatetaan, täytyy myös ilmanvaihdon olla tehostettavissa niin, että se täyttää määräykset muutosten jälkeenkin.

Lattioiden kylmyyttä pidettiin suurena ongelmana päiväkodeissa, ja leikkihuoneiden varustaminen lattialämmityksellä Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 ohjeen mukaisesti tulisi olla käytäntö rakennettaviin uusiin päiväkoteihin. Lattian pintamateriaalin valinnalla voidaan myös vaikuttaa sen koettuun lämpötilaan. Kaikissa päiväkodeissa tulisi kiinnittää huomiota ulko-ovien ja tuulikaappien sekä ikkunatuuletuksen käyttöön ongelman vähentämiseksi.

Esille nousee yleisemminkin henkilökunnalle suunnatun opastuksen päivittäminen ja tehostaminen. Päiväkodin johtajat osaavat kohtuullisesti tunnistaa sisäilmasto-ongelman tai oireilun olemassaolon, mutta ongelman syytä ei osata tarkentaa ja näin ollen oikean parannustoimenpiteen löytäminen on vaikeaa. Huoneentaulu, jossa olisi esitettyä yksinkertaiset ja lyhyet talotekniset käyttöohjeet sisäilmaston ja lämpöolojen hallitsemiseksi, yhteyshenkilö(t) ongelmatilanteisiin ym, olisi varmasti tarpeellinen kaikissa päiväkodeissa.

### 6.2 Valtakunnalliset ja kohdekohtaiset sisäilmastokyselyt

Kummassakin kyselytutkimuksessa nousi esille samoja sisäympäristöongelmia, ensisijaisina kylmät lattiat, veto ja tunkkaisuus. Valtakunnallisessa tutkimuksessa koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla varustetuissa päiväkodeissa annettiin parhaat arvosanat ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta. Eniten ongelmia koettiin puolestaan heikomman arvosanan saaneissa painovoimaisella ilmanvaihdolla varustetuissa kohteissa, joita oli 4 % valtakunnalliseen kyselytutkimukseen osallistuneista kohteista.

Kohdekohtaisten kyselyiden kohteissa, joissa ilmanvaihdon toimintaan oltiin tyytymättömiä, koettiin oireita selvästi enemmän kuin kyselyn kohteissa keskimäärin, muttei kuitenkaan yhtä paljon kuin kohteissa, joista raportoitiin kaikkein eniten oireita.

Ilmanvaihdon puutteet voivat olla osasyllisiä kyselyissä esiin tulleisiin oireisiin, mutta todennäköisempää on, että ainakin vakavimmat oireet johtuvat sellaisista sisäympäristöön liittyvistä ongelmista, joita tässä kyselyssä ei kartoitettu. Tällaisia ovat esim. kosteusvaurioiden aiheuttamat homeongelmat tai erilaiset materiaaleista aiheutuvat päästöt. Kaikki oireet eivät myöskään aina johdu sisäympäristöstä.

Yksittäistä päiväkotia ajatellen kyselytutkimuksen otos jää lähes aina liian pieneksi luotettavien johtopäätösten tekemiseksi. Tällöinkin oirekyselyn tulokset voivat antaa hyvän perusteen tehdä tarkempia teknisiä tutkimuksia. Päiväkotien oirekyselyistä tulisi olla oma vertailuaineistonsa, jonka tasoon kohteessa koettujen oireiden määrää voidaan verrata.

Kyselyä voisi myös ajatella työterveyshuollon käyttöön työkaluksi kartoitettaessa ongelmien suuruutta otokseltaan pienissä jäävissä kohteissa, kuten päiväkodeissa. Se voisi toimia myös teknisen henkilökunnan apuvälineenä ja henkilökunnalle tehtävien apukysymysten muistilistana, kun ongelmien tai oireiden taustoja lähdetään selvittämään. Mahdollisesti myös itse kysymyksiä voisi joiltain osin muokata erityisesti päiväkoteihin soveltuviksi.

### **6.3 Kohdekohtaiset mittaukset**

Kohdekohtaisia mittauksia tehtiin 25 päiväkodissa. Henkeä kohden laskettuna tuloilmavirrat jäivät liian alhaisiksi määräystasoon verrattuna yli 70 %:ssa tehdyistä mittauksista. Myös hiilidioksidipitoisuudet nousivat yli ohjearvon neljäsosassa mittauksista. Mitatut tuloilmavirrat poikkesivat puolestaan suunnitteluarvoista yli 30 % joka toisessa sellaisesta kohteesta, joista suunnitteluarvoja saatiin käyttöön. Ilmanvaihdon puutteet korostuivat lepohuoneissa lasten päiväunien aikana.

Mittaukset osoittavat selkeitä puutteita päiväkotien ilmanvaihdossa nykymääräysten tasoon verrattuna. Vaikka ilmanvaihtojärjestelmien mitoituksessa ja suunnittelussa voi olla tiettyjä virheitä, useimmiten kohteet on todennäköisesti mitoitettu oman aikakautensa määräysten ja annettujen lähtötietojen mukaisesti. Ajan kuluessa lapsimääriä ja ryhmäkokoja on kuitenkin voitu kasvattaa liiaksi ilmanvaihtoon nähden. Mikäli lapsimääriin ei näissä tapauksissa puututa, ei pelkillä ilmanvaihdon säätötoimenpiteillä nykyistä määräystasoa ole kaikissa kohteissa mahdollista saavuttaa.

## Lähteet

- /1/ Andersson Kjell. Epidemiological Approach to Indoor Air Problems. Indoor Air 1998; 4: 32-39. Denmark.
- /2/ Hellgren U-M, Palomäki E, Riuttala H, Forsström H ja Reijula K. Perceived indoor environment in day-care centers: a study in a Finnish city. Paper 440. Proceedings of Healthy Buildings 2009.
- /3/ Jalas J. & Kimari P. Päiväkotien ilmanvaihto (loppuraportti). Suomen Talotekniikan Kehityskeskus Oy (TAKE) Report 61. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. 2002.
- /4/ Kimari P, Jalas J. ja Karjalainen K. Päiväkotien sisäilman laatu ja ilmanvaihdon toimivuus (väliraportti). Oulu, 2000.
- /5/ Kurnitski J, Palonen J, Enberg S. ja Ruotsalainen R. Koulujen sisäilmasto - rehtorikysely ja sisäilmastomittaukset. TTK LVI-laboratorion julkaisuja B43. Espoo 1996.
- /6/ Saarsalmi Olli (toim.). Päivähoidon turvallisuussuunnittelu. Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskus. Oppaita 71. 2008.
- /7/ Sisäilmastoluokitus 2008. RT-ohjekortti 07-10946, LVI-ohjekortti 0510440, KH-kortti 27-00422, Ratu-kortti 437-T.
- /8/ Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2010. Ympäristöministeriö.
- /9/ Tilastotietoa päiväkodeista. Saatu Tilastokeskuksesta 2.7.2010.
- /10/ Uitti J, Palomäki E, Hellgren U-M, Lahtinen M. ja Reijula K. Työterveyslaitoksen sisäilmastokysely – työterveyshuollon työväline. Sisäilmastokyselyn käyttö- ja tulkintaohjeet. Työterveyslaitos 2008.

## Hankkeesta valmistuneet insinöörityöt

Seuraavassa luetellut työt löytyvät theseus-tietokannasta, <https://publications.theseus.fi>.

Haapea Pia, Mikkelin päiväkotien sisäilman laatu, sisäilmastokysely, Mikkelin ammattikorkeakoulu, marraskuu 2010

Helminen Tommi, Päiväkotien sisäilman laadun tutkimus Tampereella 2010-2011. Mittaukset ja taloteknisten järjestelmien toimivuus, Tampereen ammattikorkeakoulu, huhtikuu 2011

Lahtinen Jani, ZigBee-sensoriverkko päiväkotien ilmanlaatatutkimuksessa, Tampereen ammattikorkeakoulu, joulukuu 2010

Leppänen Sanna, Päiväkotien sisäilmastokysely, Metropolia ammattikorkeakoulu, toukokuu 2011

Marttinen Ilpo, Leikki- ja lepohuoneiden lämpöolosuhteet ja ilmanvaihdon toimivuus päiväkodeissa, Mikkelin ammattikorkeakoulu, huhtikuu 2011

Mäenpää Sami, Päiväkotien sisäilmatutkimus Satakunnassa, Satakunnan ammattikorkeakoulu, joulukuu 2011

Nutikka Irmeli, Päiväkotien sisäilman laadun tutkimus Tampereella 2010 - 2011. Haastattelujen ja mittausten yhteneväisyys, Tampereen ammattikorkeakoulu, huhtikuu 2011

Purola Niko, Päiväkotien sisäilmatutkimus, Oulun seudun ammattikorkeakoulu, huhtikuu 2011

Virtala Tomi, Päiväkotien sisäilmatutkimus, Mikkelin ammattikorkeakoulu, elokuu 2010

Vuori Joni, Päiväkotien ilmanvaihdon toimivuuden ja sisäilman laadun tutkimus, Metropolia Ammattikorkeakoulu, joulukuu 2010

# LIITTEET

Liite 3, osa 1. Valtakunnallisen päiväkotien sisäympäristökyselyn kysymykset

Liite 1, osa 2. Valtakunnallisen päiväkotien sisäympäristökyselyn kysymykset kiinteistönhoidon kanssa yhteistyössä tehtäväksi

Liite 4. Kohdekohtaisten kyselyiden kysymykset

Liite 3. Kohdekohtaisten mittauksen mittauslomake

Liite 4. Hankkeesta valmistuneiden insinööritöiden tiivistelmät

## Tervetuloa valtakunnalliseen päiväkotien sisäympäristökyselyyn!

Tämän kyselyn toteuttaa LVI-talotekniikkateollisuus ry yhteistyössä Lastentarhaopettajaliitto LTOL ry:n kanssa. Kysely on osa Päiväkotien sisäilmatutkimus -hanketta, jota rahoittaa RTL Säätiö.

Hankkeen tavoitteena on kartoittaa Suomen päiväkotien sisäilman laatua ja siihen liittyviä haasteita. Tämä kysely on osa tutkimusta ja sillä halutaan saada varsinaisia mittauksia laajempi otos. Tulokset tullaan julkaisemaan hankkeen raportissa sekä erillisissä tiedotteissa ja lehtiartikkeleissa. Tuloksista ei erotella yksittäisiä päiväkoteja tai vastaajia, joten vastauksesi ovat ehdottoman luottamuksellisia.

Hankkeessa pyrimme lisäämään tietoisuutta päiväkotien sisäilman tilasta sekä vaikuttamaan päättäjiin, jotta tämä tärkeä asia saisi ansaitsemansa huomion. Tämän vuoksi vastauksesi on todella tärkeä. Valitettavasti emme tämän kyselyn myötä pysty vaikuttamaan yksittäisen päiväkodin tutkimuksiin tai korjauksiin, joten tällaisissa tarpeissa sinun tulee olla yhteydessäsi kuntaasi.

( ) vaihtoehtoista voi valita yhden

[ ] vaihtoehtoista voi valita useamman

### YLEISIÄ TAUSTATIEDOJA

Kunta (pudotusvalikossa kunnat)

### TAUSTATIEDOJA PÄIVÄKODISTA

Rakennusvuosi (jos tiedossa)  
Viimeisin perusparannusvuosi  
Hyväksytty päiväkotikäyttöön (vuosi)  
Kerros-luku (päiväkodin käytössä)  
Lapsimäärä (keskimäärin)  
Henkilökunnan määrä  
Ryhmätilojen määrä  
Kokonaispinta-ala [m<sup>2</sup>]  
Rakennustilavuus [m<sup>3</sup>]

Päiväkoti on...

- ( ) kunnallinen.
- ( ) yksityinen.
- ( ) kunnallinen ostopalvelu.

Päiväkodissa on

- ( ) valmistuskeittiö
- ( ) lämmityskeittiö
- ( ) jakelukeittiö
- ( ) keittokomero
- ( ) ei keittiötä

Valitse sopiva vaihtoehto

- ( ) Päiväkoti on oma rakennuksensa
- ( ) Päiväkoti on osa muuta rakennusta

### TAUSTATIEDOT - rakenteet ja ilmanvaihto

Rakennusmateriaali

- [ ] betoni
- [ ] tiili
- [ ] puu
- [ ] en tiedä

Rakennustapa

- ( ) paikallarakennettu
- ( ) elementtirakenteinen
- ( ) parakkirakennus
- ( ) en tiedä
- ( ) jokin muu, mikä

**Kattomuoto**

- ☐ tasakatto  
☐ harjakatto  
☐ en tiedä  
☐ jokin muu, mikä

**Ilmanvaihtojärjestelmä**

- ☐ painovoimainen (ei puhaltimia)  
☐ koneellinen poisto (poistopuhaltimet, huippumurit)  
☐ koneellinen tulo ja poisto (myös ilman sisäänpuhallus)  
☐ en tiedä

**Onko ilmanvaihdossa lämmöntalteenotto?**

- ☐ on  
☐ ei ole  
☐ en tiedä

**Onko ilmanvaihdossa jäähdytys?**

- ☐ on  
☐ ei ole  
☐ en tiedä

**Keittiön ilmanvaihto (valitse sopiva vaihtoehto)**

- ☐ oma ilmanvaihtokone  
☐ osana rakennuksen yleisilmanvaihtoa  
☐ oma poisto, tuloilma samalta koneelta kuin muihinkin tiloihin  
☐ oma poisto, ei erillistä tuloilmaa  
☐ en tiedä  
☐ jokin muu, mikä

Kysymys näytetään, jos:

Päiväkodissa on on yhtä kuin valmistuskeittiö tai lämmityskeittiö tai jakelukeittiö tai keittokomero

**SISÄILMASTO 1/3**

Onko päiväkotinne ryhmätiloissa esiintynyt yleisesti seuraavia ongelmia viimeisen vuoden aikana? (huom. jokaiselle riville pitäsi tulla 3 vastausta vuodenaikojen mukaan)

- Veto  
 Kylmät lattiat  
 Riittämätön ilmanvaihto  
 Liian korkea huonelämpötila  
 Liian matala huonelämpötila  
 Vaihteleva huonelämpötila  
 Tunkkainen (huono)ilma  
 Epämiellyttävä haju  
 Kuiva ilma  
 Pölyinen ilma  
 Havaittava pöly tai lika (pinnoilla)  
 Ilmanvaihtolaitteiden aiheuttama melu  
 Muu melu (esim. liikenteestä)  
 Heikko valaistus  
 Häikäisy / heijastukset

Omat sarakkeet eri vuodenajoille  
 Talvella | Syksyllä/Keväällä | Kesällä  
 Kyllä, viikottain / Kyllä, joskus / Ei esiinny

- |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**SISÄILMASTO 2/3**

Onko päiväkotinne sisäilmastossa mielestänne ongelmia tai tarvitsisiko sitä parantaa?

- ☐ kyllä, jonkin verran  
☐ kyllä, paljon  
☐ ei



Kuinka usein henkilökunnalta tulee sisäilmastoa koskevia valituksia?

- ☐ päivittäin
- ☐ viikottain
- ☐ kuukausittain
- ☐ harvemmin
- ☐ ei koskaan

Esiintyykö päiväkodissanne mielestänne sisäilmastosta johtuvaa henkilökunnan tai lasten poissaoloa?

- ☐ ei ollenkaan
- ☐ vähän
- ☐ paljon
- ☐ en tiedä

Minkä yleisarvosanan antaisit päiväkotinne sisäilmastolle (4...10)?

### SISÄILMASTO 3/3

Onko päiväkodissa tehty sisäilmastoon tai energiatehokkuuteen liittyviä selvityksiä tai korjauksia?

- ☐ on tehty viimeisen vuoden aikana
- ☐ on tehty aikaisemmin
- ☐ on suunniteltu tehtävän vuoden sisällä
- ☐ kaikenlaista on suunniteltu, mutta mitään ei yleensä tapahdu
- ☐ ei ole

Onko rakennuksella energiatodistus?

- ☐ on
- ☐ ei ole
- ☐ en tiedä

### KOSTEUSVAURIOIT

Onko päiväkodissanne esiintynyt kosteusvaurioita?

- ☐ ei
- ☐ kyllä, lieviä vaurioita
- ☐ kyllä, vakavia vaurioita
- ☐ en tiedä

### KOSTEUSVAURIOIT - jatkokysymykset

Kosteusvaurion tyyppi?

- ☐ näkyvää hometta
- ☐ kosteita kohtia rakenteissa tai pinnoilla
- ☐ puurakenteiden lahoaminen
- ☐ homeen hajua
- ☐ pintamateriaalien irtoaminen, lohkeilu, jne.
- ☐ jokin muu, mikä

Kosteusvaurion syy?

- ☐ katto on vuotanut
- ☐ vesi on valunut kellariin
- ☐ ikkunat ovat vuotaneet
- ☐ putkivuoto
- ☐ kosteus on noussut maasta seiniin/kellariin
- ☐ Puutteellinen kosteudeneristys
- ☐ jokin muu, mikä

Miten kosteusvaurioon reagoitu?

- ☐ kuivaus ja korjaukset aloitettiin välittömästi
- ☐ vaurion havaitsemisen jälkeen tehtiin tutkimuksia ja mittauksia
- ☐ korjausten aloittaminen kesti useita kuukausia
- ☐ vauriota ei korjattu kunnolla
- ☐ ei mitenkään
- ☐ muuten, miten

Sivu näytetään, jos:

Onko päiväkodissanne esiintynyt kosteusvaurioita? on yhtä kuin kyllä, lieviä vaurioita tai kyllä, vakavia vaurioita

**SISÄILMASTO - jatkokysymykset**

Mistä päiväkotinne sisäilmasto-ongelmat ensisijaisesti mielestänne johtuvat?

- ☐ rakennusmateriaaleista tai rakenteista
- ☐ ilmanvaihtojärjestelmästä
- ☐ kosteusvaurioista
- ☐ liian suurista lapsiryhmistä
- ☐ Jokin muu, mikä

Kysymys näytetään, jos: Onko päiväkotinne sisäilmastossa mielestänne ongelmia tai tarvitsisiko sitä parantaa? on yhtä kuin kyllä, jonkin verran tai kyllä, paljon

Mikä on mielestänne tärkein toimenpide päiväkotinne sisäilmaston parantamiseksi?

- ☐ ilmanvaihdon parantaminen
- ☐ rakenteiden korjaukset
- ☐ lämmityksen säätö
- ☐ siivouksen parantaminen
- ☐ kosteusvaurioiden korjaus
- ☐ jostain muusta, mistä

Kysymys näytetään, jos: Onko päiväkotinne sisäilmastossa mielestänne ongelmia tai tarvitsisiko sitä parantaa? on yhtä kuin kyllä, jonkin verran tai kyllä, paljon

Minkälaisia selvityksiä tai korjauksia päiväkodissa on tehty?

- ☐ mikrobimittaus rakenteista
- ☐ mikrobimittaus ilmasta
- ☐ sisäilman yhdisteiden (VOC) mittaus
- ☐ hiilidioksidimittaus
- ☐ lämpötilamittaus
- ☐ kyselytutkimus
- ☐ ilmanvaihdon parannus
- ☐ ilmavirtojen mittaus
- ☐ ilmanvaihdon säätö
- ☐ lämmitysjärjestelmän säätö
- ☐ ilmanvaihtokanavien puhdistus
- ☐ kuntokartoitus
- ☐ kosteusvaurion korjaus
- ☐ peruskorjaus
- ☐ energiakatselmus
- ☐ ulkoseinien ja/tai katon lisäeristys
- ☐ lämmöntalteenoton lisääminen ilmanvaihtoon
- ☐ muu mittaus tai korjaus

Kysymys näytetään, jos:

Onko päiväkodissa tehty sisäilmastoon tai energiatehokkuuteen liittyviä selvityksiä tai korjauksia? on yhtä kuin on tehty viimeisen vuoden aikana tai on tehty aikaisemmin

Minkälaisia selvityksiä tai korjauksia päiväkodissa on suunniteltu tehtävän?

- ☐ mikrobimittaus rakenteista
- ☐ mikrobimittaus ilmasta
- ☐ sisäilman yhdisteiden (VOC) mittaus
- ☐ hiilidioksidimittaus
- ☐ lämpötilamittaus
- ☐ kyselytutkimus
- ☐ ilmanvaihdon parannus
- ☐ ilmavirtojen mittaus
- ☐ ilmanvaihdon säätö
- ☐ lämmitysjärjestelmän säätö
- ☐ ilmanvaihtokanavien puhdistus
- ☐ kuntokartoitus
- ☐ kosteusvaurion korjaus
- ☐ peruskorjaus
- ☐ energiakatselmus
- ☐ ulkoseinien ja/tai katon lisäeristys
- ☐ lämmöntalteenoton lisääminen ilmanvaihtoon
- ☐ muu mittaus tai korjaus

Kysymys näytetään, jos: Onko

päiväkodissa tehty sisäilmastoon tai energiatehokkuuteen liittyviä selvityksiä tai korjauksia? on yhtä kuin on suunniteltu tehtävän vuoden sisällä tai kaikenlaista on suunniteltu, mutta mitään ei yleensä tapahdu

Mikä on rakennuksen energialuokka?

A, B C, D, E, F, G, en tiedä

### ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

Mikä on päiväkotinne ilmanvaihtojärjestelmän kunto?

- ☐ toimii täysin
- ☐ toimii melko hyvin
- ☐ toimii heikosti
- ☐ ei toimi
- ☐ ei tietoa

Kuinka usein päiväkotinne ilmanvaihtojärjestelmää huolletaan?

- ☐ säännöllisesti
- ☐ vian sattuessa
- ☐ pyydettyäessä
- ☐ ei ollenkaan
- ☐ en tiedä

Onko henkilökunnalle annettu opastusta ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta ja käytöstä?

- ☐ kyllä, päiväkodin johtajalle
- ☐ kyllä, kaikille
- ☐ ei ole
- ☐ en tiedä

Käytetäänkö tiloissa ikkunatuuletusta?

- ☐ kyllä, säännöllisesti
- ☐ kyllä, epäsäännöllisesti
- ☐ ei, koska se on kielletty
- ☐ ei, koska ikkunoita ei saa avattua
- ☐ ei ole ollut tarpeen
- ☐ en tiedä

### ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ - jatkokysymykset

Mikä on suurin syy ilmanvaihdon puutteelliseen toimintaan?

- ☐ tehoton järjestelmä
- ☐ vanhentunut järjestelmä
- ☐ puutteellinen säätö
- ☐ puutteellinen korvausilman saanti
- ☐ ei tietoa
- ☐ muu syy, mikä

Sivu näytetään, jos:

Mikä on päiväkotinne  
ilmanvaihtojärjestelmän kunto? on yhtä  
kuin toimii osittain tai ei toimi

### MUUT KYSYMYKSET

Mitä muita sisäilmastoon liittyviä ongelmia päiväkodissa on esiintynyt?

## Kysymykset selvittäväksi huoltomiehen tai kiinteistön huollosta vastaavan tahon kanssa

Vastausvaihtoehdon edessä

☐ tarkoittaa, että voit valita vain yhden vaihtoehdon

☐ tarkoittaa, että voit valita monta vaihtoehtoa

Rakennusvuosi \_\_\_\_\_

Viimeisin perusparannusvuosi \_\_\_\_\_

Hyväksytty päiväkotikäyttöön (vuosi) \_\_\_\_\_

Kokonaispinta-ala [m<sup>2</sup>] \_\_\_\_\_

Rakennustilavuus [m<sup>3</sup>] \_\_\_\_\_

Rakennusmateriaali

☐ betoni

☐ tiili

☐ puu

Rakennustapa

☐ paikallarakennettu

☐ elementtirakenteinen

☐ parakkirakennus

Kattomuoto

☐ tasakatto

☐ harjakatto

Ilmanvaihtojärjestelmä

☐ painovoimainen (ei puhaltimia)

☐ koneellinen poisto (poistopuhaltimet, huippuimurit)

☐ koneellinen tulo ja poisto (myös ilman sisäänpuhallus)

Onko ilmanvaihdossa lämmöntalteenotto?

☐ on

☐ ei ole

Onko ilmanvaihdossa jäähdytys?

☐ on

☐ ei ole

Keittiön ilmanvaihto (jos päiväkodissa on keittiö)

☐ oma ilmanvaihtokone

☐ osana rakennuksen yleisilmanvaihtoa

☐ oma poisto, tuloilma samalta koneelta kuin muihinkin tiloihin

☐ oma poisto, ei erillistä tuloilmaa

☐ jokin muu, mikä

Onko päiväkodissa tehty sisäilmastoon tai energiatehokkuuteen liittyviä selvityksiä tai korjauksia?

- ☐ on tehty viimeisen vuoden aikana
- ☐ on tehty aikaisemmin
- ☐ on suunniteltu tehtävän vuoden sisällä
- ☐ kaikenlaista on suunniteltu, mutta mitään ei yleensä tapahdu
- ☐ ei ole

Edelliseen liittyen. Jos on tehty tai suunniteltu tehtävän, niin mitä

Tehty	Suunniteltu tehtäväksi	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mikrobimittaus rakenteista
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mikrobimittaus ilmasta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sisäilman yhdisteiden (VOC) mittaus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	hiilidioksidimittaus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	lämpötilamittaus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	kyselytutkimus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ilmanvaihdon parannus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ilmavirtojen mittaus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ilmanvaihdon säätö
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	lämmitysjärjestelmän säätö
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ilmanvaihtokanavien puhdistus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	kuntokartoitus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	kosteusvaurion korjaus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	peruskorjaus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	energiakatselmus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ulkoseinien ja/tai katon lisäeristys
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	lämmöntalteenoton lisääminen ilmanvaihtoon
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	muu mittaus tai korjaus
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Onko rakennuksella energiatodistus?

- ☐ on
- ☐ ei ole

Jos energiatodistus on, mikä on rakennuksen energialuokka?

A, B C, D, E, F, G

Kuinka usein päiväkotinne ilmanvaihtojärjestelmää huolletaan?

- ☐ säännöllisesti
- ☐ vian sattuessa
- ☐ pyydettyäessä
- ☐ ei ollenkaan

## KYSELYLOMAKE

Ammattinimike \_\_\_\_\_

Sukupuoli     ☐ Nainen                                     ☐ Mies

Ikä \_\_\_\_\_

Kauanko olette työskennelleet tässä päiväkodissa? \_\_\_\_\_ vuotta

(Jos olet työskennellyt yli kolme kuukautta, mutta alle yhden vuoden merkitse silti 1 vuotta)

### 1. Ilmanvaihtojärjestelmä toimii mielestänne

- ☐ Hyvin
- ☐ Kohtalaisesti
- ☐ Huonosti

### 2. Lämmitysjärjestelmä toimii mielestänne

- ☐ Hyvin
- ☐ Kohtalaisesti
- ☐ Huonosti

### 3. Päiväkotirakennuksen kiinteistönhoidon taso on

- ☐ Hyvä
- ☐ Kohtalainen
- ☐ Huono

### 4. Päiväkotirakennuksen siivouksen taso on

- ☐ Hyvä
- ☐ Kohtalainen
- ☐ Huono

### 5. Onko päiväkodin tiloissa viimeisen vuoden aikana esiintynyt yleisesti jotain seuraavista ongelmista? Missä tilassa?

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Liian korkea lämpötila       | <input type="checkbox"/> Riittämätön ilmanvaihto talvella      |
| <input type="checkbox"/> Liian matala lämpötila       | <input type="checkbox"/> Riittämätön ilmanvaihto kesällä       |
| <input type="checkbox"/> Vaihteleva huoneenlämpötila  | <input type="checkbox"/> Pölyinen ilma                         |
| <input type="checkbox"/> Veto                         | <input type="checkbox"/> Havaittava pöly tai lika (pinnoilla)  |
| <input type="checkbox"/> Lattioiden kylmyys           | <input type="checkbox"/> Ilmanvaihtolaitteiden aiheuttama melu |
| <input type="checkbox"/> Kuiva ilma                   | <input type="checkbox"/> Muu melu (esim. ulkoa,), mikä?        |
| <input type="checkbox"/> Kosteaa ilma                 | <input type="checkbox"/> Tunkkainen ilma                       |
| <input type="checkbox"/> Pinnoilta tulevat sähköiskut | <input type="checkbox"/> Epäilyttävä haju, mikä?               |
| <input type="checkbox"/> Jokin muu, mikä?             |  |

---

---

---

---

Missä tiloissa sisäilmasto-ongelmat esiintyvät?

---

Keskittyvätkö ongelmat tiettyihin olosuhteisiin tai vuodenaikaan?

---

Mistä ongelmat mielestänne johtuvat?

---

**6. Onko teillä mahdollisuutta säätää (pientää tai suurentaa) ilmanvaihtoa?**

☐ Kyllä ☐ Ei

Milloin käytätte ilmanvaihtolaitetta

täydellä teholla? \_\_\_\_\_

puolella teholla? \_\_\_\_\_

Milloin ilmanvaihto on kytketty pois päältä? \_\_\_\_\_

Millaisissa tilanteissa tai mihin aikaan haluaisitte säätää ilmanvaihtoa?

---

**7. Kuinka usein tuuletatte ikkunoiden kautta talvisin?**

- ☐ Ei koskaan
- ☐ Kerran viikossa tai harvemmin
- ☐ Kerran päivässä
- ☐ Useamman kerran päivässä
- ☐ Jatkuvasti

**8. Kuinka usein tuuletatte ikkunoiden kautta keväisin ja syksyisin?**

- ☐ Ei koskaan
- ☐ Kerran viikossa tai harvemmin
- ☐ Kerran päivässä
- ☐ Useamman kerran päivässä
- ☐ Jatkuvasti





**10. Onko päiväkodissa esiintynyt joitain seuraavista valaistus ongelmista?**

- ☐ Heikko valaistus
  - ☐ Valaistus häikäisee
  - ☐ Valon välkyntä tai värinä
  - ☐ Valon väri epämiellyttävä
  - ☐ Huonot mahdollisuudet säätää valaistusta
  - ☐ Muu mikä?

---

---

---

---

Huomautuksia ja lisätietoja: \_\_\_\_\_

[illegible]

Kiitos osallistumisesta!

**Kesä-, kevät/syys- ja talvikauden mittaukset****Mittausolosuhteet**

Päivämäärä

Ulkolämpötila [°C]

Ulkoilman kosteus [% RH]

Sää

**Lähtötiedot**

Lepuhuone

Leikkihuone

Muita huoneita?

Henkilömäärä (lasta/aikuista) (kertamittaus)

mittaushetkellä MAX

keskimäärin (arvio, jos poikkeaa maksimista)

mitoitus (jos saatavilla)

Pinta-ala [m<sup>2</sup>]**Kertamittaukset**

Ilman lämpötila [°C] (1,1m) MIN

Ilman lämpötila [°C] (1,1m) MAX

Operatiivinen lämpötila [°C]

Lattian pintalämpötilat [°C]

Ilman kosteus [% RH]

Hiilidioksidipitoisuus [ppm] MAX

Ilman nopeudet [m/s] suurin löydetty nopeus

Tuloilmavirta [dm<sup>3</sup>/s]

Suunniteltu

Mitattu

Poikkeama

Poistoilmavirta [dm<sup>3</sup>/s]

Suunniteltu

Mitattu

Poikkeama

Tuloilman lämpötila [°C]

Tuloilman kosteus [% RH]

Valaistusvoimakkuus [lx]

**Jatkuvat mittaukset (viikon mittaukset)**

Ilman lämpötila [°C]

Minimi (mittausjaksolta)

Maksimi (mittausjaksolta)

Keskiarvo (mittausjaksolta)

Aamulla klo 8:00

Iltapäivällä klo 16:00

*Lämpötilan pysyvyys (katso taulukko)*

S1

S2

S3

Hiilidioksidi [ppm]

Minimi (mittausjaksolta)

Maksimi (mittausjaksolta)

Keskiarvo (mittausjaksolta)

Aamulla klo 8:00

Iltapäivällä klo 16:00

*Hiilidioksidipitoisuuden pysyvyys (katso taulukko)*

S1

S2

S3

Huom.

Jatkuvien mittauksen arvot ainoastaan käytössä ajoilta 8-16

Pysyvyys lasketaan viikon mittauksen ajalta (ainoastaan käytössäolo tunneilta) kuinka monta % käyttöajasta lämpötila pysyy luokan rajoissa. Tu on ulkolämpötilan 24 tunnin keskiarvo, voi käyttää myös mitattua.

Taulukko 1.3.1 Lämpötilan tavoitearvot.

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila $t_{op}$ [°C]			
$t_u \leq 10$ °C	21,5 <sup>1)</sup>	21,5	21
$10 < t_u \leq 20$ °C	$21,5 + 0,3 \times (t_u - 10)$ <sup>1)</sup>	$21,5 + 0,3 \times (t_u - 10)$	$21 + 0,4 \times (t_u - 10)$
$t_u > 20$ °C	24,5 <sup>1)</sup>	24,5	25
Sallittu poikkeama tavoitearvosta [°C]	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$	$\pm 1,0$
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]	$t_{op} + 1,5$	$t_u \leq 10$ °C: $t_{op} + 1,5$ $10 < t_u \leq 20$ °C: $21,5 + 0,4 \times (t_u - 10)$ $t_u > 20$ °C: 27	$t_u \leq 15$ °C: 25 $t_u > 15$ °C: $t_{umax} + 5$
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	20	20	18
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
▪ toimi- ja opetustilat	95 %	90 %	--
▪ asunnot	90 %	80 %	--

Taulukko 1.3.3. Ilman laadun tavoitearvot.

	S1	S2	S3
Hilidioksidipitoisuus [ppm]	<750	<900	<1200
Radonpitoisuus [Bq/m <sup>3</sup> ]	<100	<100	<200
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta]			
toimi- ja opetustilat	95 %	90 %	
asunnot	90 %	80 %	

## Insinööritöiden tiivistelmät

Haapea Pia, Mikkelin päiväkotien sisäilman laatu, sisäilmastokysely

Helminen Tommi, Päiväkotien sisäilman laadun tutkimus Tampereella 2010-2011. Mittaukset ja taloteknisten järjestelmien toimivuus

Lahtinen Jani, ZigBee-sensoriverkko päiväkotien ilmanlaatututkimuksessa

Leppänen Sanna, Päiväkotien sisäilmastokysely

Marttinen Ilpo, Leikki- ja lepohuoneiden lämpöolosuhteet ja ilmanvaihdon toimivuus päiväkodeissa

Mäenpää Sami, Päiväkotien sisäilmatutkimus Satakunnassa


Nutikka Irmeli, Päiväkotien sisäilman laadun tutkimus Tampereella 2010 - 2011. Haastattelujen ja mittausten yhteneväisyys

Purola Niko, Päiväkotien sisäilmatutkimus

Virtala Tomi, Päiväkotien sisäilmatutkimus

Vuori Joni, Päiväkotien ilmanvaihdon toimivuuden ja sisäilman laadun tutkimus

# KUVAILULEHTI

		Opinnäytetyön päivämäärä	
Tekijä(t)		Koulutusohjelma ja suuntautuminen	
Pia Haapea		Talotekniikka – LVI-tekniikka	
Nimeke			
Mikkelin päiväkotien sisäilman laatu – kyselytutkimus			
<b>Tiivistelmä</b> <p>Koska vietämme sisätiloissa suurimman osan ajastamme, hyvä sisäympäristö on merkittävä tekijä hyvinvoinnin ja terveyden kannalta. Sisäilman huono laatu on yksi maamme suurimmista ympäristöterveysongelmista, joka aiheuttaa merkittäviä terveydellisiä haittoja ja kansantaloudellisia kustannuksia. Väärästä rakentamisesta, huollosta ja käytöstä aiheutuvat ongelmat ovat lisääntyneet merkittävästi. On arvioitu, että joka toisessa rakennuksessa on merkkejä ylimääräisestä kosteudesta. On laskettu, että 600 000 - 800 000 suomalaista altistuu päivittäin kosteus-vaurioiden aiheuttamille epäpuhtauksille työpaikalla/koulussa/päiväkodissa/kotona. Eniten uusia kosteus-vaurioihin liittyviä ammattitauteja on opetustoimessa sekä sosiaali- ja terveydenhuollon toimialoilla. Erityisesti päiväkotien ja koulujen sisäilman laatuun tulisi kiinnittää huomiota, koska lapsien aikuisiin verrattuna erilaiset fysiologiset ominaisuudet lisäävät herkkyyttä sairastua vakavastikin. Taloudelliset vaikutukset voivat olla hyvinkin suuret, mikäli altistus johtaa vaikeasteiseen oireyhtymään ja siitä aiheutuvaan työkyvyn menetykseen nuorella iällä.</p> <p>Sisäympäristö on monen eri osatekijän monimutkainen kokonaisuus. Hyvän sisäilman määrittäminen on vaikeaa koska siihen vaikuttavat monet ajan ja paikan suhteen vaihtelevat tekijät. Vaikka sisäilman laatua voidaan arvioida erilaisilla mittauksilla, määrittämistä vaikeuttaa se, että sisäilman kokeminen on hyvin yksilöllistä. Sisäilmaongelmien aiheuttajat ovat usein myös piileviä, eikä niitä aina edes pystytä mittaamaan käytettävissä olevilla menetelmillä.</p> <p>Tämä opinnäytetyö on osa laajempaa päiväkotien sisäilmatutkimusta, jonka tilaaja on LVI-talotekniikkateollisuus ry. Mikkelin ammattikorkeakoulun talotekniikan insinööriopiskelija Tomi Virtala selvitti viiden mikkeliläisen päiväkodin sisäilman laatua, ilmanvaihdon riittävyyttä ja lämpöolosuhteita. Tässä työssä käsitellään puolestaan sisäilmastoon liittyviä osa-alueita käyttäjille suunnatun oirekyselyn kautta. Kyselytutkimukseen osallistui kymmenen eri mikkeliläisen päiväkodin 116 työntekijää.</p> <p>Vaikka ongelma on erittäin merkittävä, yksityiskohtaista ohjeistusta ongelmien selvittämiseksi ei ole olemassa. Esimerkiksi mittausmenetelmät ja mittaajien pätevyys kuten myös hyväksyttävät raja-arvot haitallisten yhdisteiden pitoisuuksista ovat osin puutteellisia. Työn aikana selvisi, että lähes kaikissa Mikkeliläisissä, tutkituissa päiväkodeissa koetaan joitakin sisäilmastoon liittyviä ongelmia ja siihen rinnastettavissa olevia oireita. Koetut oireet ja mitatut parametrit eivät myöskään suoraan korreloineet keskenään.</p>			
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> Päiväkotien sisäilman laatu, oirekysely, home- ja kosteusvaurio			
Sivumäärä	Kieli	URN	
	Suomi		
Ohjaavan opettajan nimi		Opinnäytetyön toimeksiantaja	
Aki Valkeapää		LVI –talotekniikkateollisuus ry	

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Talotekniikan suuntautumisvaihtoehto

HELMINEN, TOMMI: Päiväkotien sisäilman laadun tutkimus Tampereella 2010–2011.  
Mittaukset ja taloteknisten järjestelmien toimivuus.

Opinnäytetyö 71 s., liitteet 4 s.  
Huhtikuu 2011

---

Tämä opinnäytetyö on päiväkotien sisäilman laadun tutkimus. Tutkimusta tehtiin Tampereen ammattikorkeakoulun Päiväkoti-hankkeen alaisuudessa, joka on osa suurempaa TAMK ILMA -projektia. Lähtökohta hankkeelle oli vastaavanlainen tutkimus vuosilta 2000–2002, jolloin päiväkotien sisäilman laadussa havaittiin selviä puutteita. Tämän tutkimuksen perusteella nähdään, onko aikaisemman tutkimuksen tuloksista ollut hyötyä ja onko sisäolosuhteissa tapahtunut muutoksia.

Opinnäytetyötä varten tutkittiin tamperelaisten päiväkotien sisäilmaston tilaa mittausten avulla. Mittaukset suoritettiin kesän 2010 ja talven 2011 aikana yhteensä viidessä eri päiväkodissa. Kussakin päiväkodissa tehtiin samat mittaukset kolmena eri vuodenaikana, jotta nähtiin ulkoilman vaikutus sisäolosuhteisiin. Opinnäytetyö käsittelee sisäilmastoa ja sen laatuvaatimuksia, mittauslaitteistoa, mittausmenetelmiä sekä itse mittaustuloksia.

Vastaavanlaisia tutkimuksia sisäolosuhteiden selvittämiseksi tehtiin myös muissa kaupungeissa eri puolella Suomea (pääkaupunkiseutu, Mikkeli, Oulu, Satakunta). Tutkimuksiin sisältyi päiväkotien työntekijöiden haastatteluita sekä paikanpäällä suoritettavia mittauksia. Yhdessä nämä tutkimukset antavat melko kattavan kuvan tutkittujen kaupunkien päiväkotien sisäilmaston tilasta. Tulosten perusteella voidaan lähteä suunnittelemaan jatkotoimenpiteitä mahdollisten ongelmakohteiden korjaamiseksi ja sisäilman laadun parantamiseksi.

Työn tekijä:	Jani Petteri Lahtinen
Työn nimi:	ZigBee-sensoriverkko päiväkotien ilmanlaatututkimuksessa
Sivumäärä:	43 sivua
Valmistumisaika:	Joulukuu 2010
Työn valvoja:	Lehtori Erkki Hietalahti
Työn tilaaja:	Tampereen ammattikorkeakoulun fysiikan laboratorio, FM Pasi Arvela

---

## Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty Tampereen ammattikorkeakoulun fysiikan laboratoriolle osana valtakunnallista tutkimusprojektia päiväkotien ilmanlaadusta. Työn tavoitteena oli tutkia ja testata langattoman sensoriverkon soveltuvuutta sisäilmanlaadun mittaukseen perinteisten menetelmien rinnalla tai sijasta. Ilmanlaadulla tarkoitettiin tässä työssä ilman suhteellista kosteutta, lämpötilaa ja hiilidioksidipitoisuutta.


Työ aloitettiin tutustumalla ZigBee-verkkostandardiin sekä MeshWorks Wireless Oy:n tarjoaman sensoriverkon laitteistoon ja SeeMoto-palveluun. Tämän jälkeen mittaus-sensorien tarkkuus tutkittiin ja analysoitiin koulun laboratoriossa eri olosuhteissa. Lopuksi suunniteltiin ja rakennettiin kattava sensoriverkko valittuun päiväkotiin. Verkon mittaustulokset ja havainnot kirjattiin ylös ja analysoitiin huolellisesti.

Tutkimuksen tuloksista jäi positiivinen kuva. Sensorien tarkkuus osoittautui testeissä olevan hyvä ja riittävä projektin tarkoituksiin. Verkko tuntui toimivan ilman suurempia ongelmia päiväkodissa ja langattomuus teki siitä helpon rakentaa. Lisäksi mahdollisuus tulosten etävalvontaan www-selaimen avulla helpottivat pitkien seurantajaksojen tekemistä. ZigBee-sensoriverkolla on varmasti tulevaisuutta tämän tapaisissa projekteissa.

Tekijä Otsikko	Sanna Leppänen Päiväkotien sisäilmastokysely
Sivumäärä Aika	47 sivua + 4 liitettä 30.5.2011
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-suunnittelu
Ohjaaja	yliopettaja Olli Jalonen
<p>Insinööriytyössä tehtiin sisäilmastokysely kymmenen päiväkodin henkilökunnalle. Tavoitteena oli määrittää ilmastoinnin toimivuutta ja mitkä ovat päiväkodeissa koettuja sisäilmasto-ongelmia. Tarkentavia kysymyksiä esitettiin päiväkotien johtajille ja kiinteistönhoitajille.</p> <p>Tunkkainen ilma, veto ja lattioiden kylmyys olivat viimeisen vuoden aikana koetuimmat ongelmat. Riittämättömän ilmanvaihdon ja epäedulliset lämpöolot mainitsi yli puolet henkilökunnasta. Tunkkaisen ilman kokemusta lievitettiin runsaalla ikkunatuuletuksella, jolla lämpö tuuletettiin energiatehottomasti ulos.</p> <p>Suurimman osan mielestä ilmanvaihtojärjestelmän toiminta oli kohtalainen. Henkilömäärä, jolle ilmanvaihto oli suunniteltu, ei ollut monestikaan henkilökunnan tiedossa. Syinä sisäilmasto-ongelmiin pidettiin huonoa ilmanvaihtoa, liian suurta henkilömäärää samassa tilassa, lämmitysjärjestelmän puutteita, vanhaa rakennustyyliä, huonoa lämmöneristystä, ovia ja ikkunoita.</p> <p>Tulosten perusteella voidaan todeta, että päiväkodissa tulisi olla koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, jonka oikeasta käytöstä ja henkilöluvusta, jolle ilmanvaihto on suunniteltu, on tiedotettu henkilökuntaa. Ilmanvaihtojärjestelmä tulisi tasapainottaa kanaviston puhdistuksen jälkeen. Päiväkodin hyvä lämpöviihtyvyys edellyttää lattialämmitystä ja tiivistä, hyvin lämmöneristettyä vaippaa. Energiatehokkuusvaatimusten lisääntyminen tulee vaikuttamaan tutkittujen päiväkotien ilmanvaihtoon tulevissa peruskorjauksissa.</p>	
Avainsanat	päiväkotit, sisäilmasto, ilmastointi



# KUVAILULEHTI

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  28.4.2011	
<b>Tekijä(t)</b> Ilpo Marttinen		<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Talotekniikka	
<b>Nimeke</b>  Leikki- ja lepo huoneiden lämpöolosuhteet ja ilmanvaihdon toimivuus päiväkodeissa			
<b>Tiivistelmä</b>  <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia päiväkotien leikki- ja lepo huoneiden sisäilman laatua ja lämpöolosuhteita sekä ilmanvaihdon toimivuutta ja selvittää mitä sisäilmaongelmia päiväkodeissa mahdollisesti on. Työssä vertailtiin myös tutkimuksessa mukana olleiden päiväkotien lämmitysenergian ja sähkön kulutusta.</p> <p>Opinnäytetyö on osa LVI-talotekniikkateollisuus ry:n ja viiden ammattikorkeakoulun yhteishanketta, jonka tarkoituksena on varmistaa turvalliset sisäolosuhteet päiväkodeissa ja uudistaa ”Päiväkotien ilmanvaihto”- opas. Työ kasaa yhteen Mikkeliissä keväällä ja kesällä 2010 sekä talvella 2011 suoritettuja mittauksia ja niiden tulokset. Mittauksia suoritettiin viiden eri päiväkodin leikki- ja lepo huoneissa mittaamalla mm. hiilidioksidipitoisuutta, lämpöolosuhteita ja ilmanvaihdon toimivuutta.</p> <p>Tutkimus osoitti, että näissä päiväkodeissa sisäilmaston laatu ja sen tavoitearvot täyttyivät yleensä vähintään tyydyttävästi. Suurimmat puutteet aiheutuivat liian pienistä tuloilmavirroista, mikä näkyi varsinkin lepo hetken aikana kasvaneina hiilidioksidipitoisuuksina ja kohonneina lämpötiloina. Ongelmat olivat samoja kuin aiemmissakin tutkimuksissa. Tulevaisuudessa uusia päiväkoteja rakennettaessa ja vanhoja saneerattaessa tulisi panostaa etenkin suunnitteluvaiheeseen ja käyttöönottoon. Myös lämmitysenergian ja sähkön kulutuksen pienentämiseksi tulee miettiä ratkaisuja.</p>			
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  päiväkoti, sisäilmasto, ilmanvaihto, hiilidioksidipitoisuus, lämmitysenergia			
<b>Sivumäärä</b>  50 + 4	<b>Kieli</b>  Suomi	<b>URN</b>	
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>			
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Aki Valkeapää		<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>  LVI-talotekniikkateollisuus ry	

# PÄIVÄKOTIEN SISÄILMATUTKIMUS SATAKUNNASSA

Mäenpää, Sami  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Energiatekniikan koulutusohjelma  
kesäkuu 2011  
Ohjaaja: Heinonen, Jarkko  
Sivumäärä: 100  
Liitteitä: 4

Asiasanat: sisäilmalaatu, ilmanvaihto, lämpöolosuhteet, päiväkot

---

Opinnäytetyön aiheena oli päiväkotien sisäilmanlaadun tutkimus satakunnan alueella.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää päiväkotien sisäilmanlaatua satakunnan alueen päiväkodeissa. Tutkimus on osa valtakunnallista projektia jolla pyritään selvittämään ja parantamaan suomen päiväkotien sisäilmanlaatua ja samalla myös päivittämään ja täydentämään vuonna 2003 ilmestynyttä ”päiväkotien ilmanvaihto” opasta.

Kymmeneen päiväkotiin lähetettiin kyselylomake koskien erinäisiä kysymyksiä sisäilmanlaadusta, sekä järjestelmien toimivuudesta. Niistä viiteen päiväkotiin suoritettiin mittauksia kolmena eri ajan kohtana, kesällä, syksyllä ja talvella. Mittaukset kohdistettiin lepo- ja leikkihuoneisiin sekä osassa päiväkoteja myös erilliseen ryhmähuoneeseen. Pidempinä jaksoina mitattiin ilman lämpötilaa, operatiivista lämpötilaa sekä hiilidioksidipitoisuutta. Kertamittauksina toteutettiin lattian pintalämpötila, ilmankosteus, tulo- ja poistoilmavirrat, ilman liikenopeus ja valaistusvoimakkuus. Lisäksi kahteen päiväkotiin suoritettiin viikonpituiset seurantamittaukset, joissa mitattiin hiilidioksidi pitoisuutta sekä ilman lämpötilaa. Saatuja mittaustuloksia verrattiin lopuksi ohjeisiin ja määräyksiin.

Mittauksista käy ilmi, että osassa päiväkoteja on vielä jonkin verran puutteita sisäilmanlaadussa. Vertailtaessa määräyksiin, suurimmat poikkeamat ovat tulo- ja poistoilmavirroissa ja näin ollen ilmanvaihtuvuudessa.

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Kiinteistönpitotekniikan suuntautumisvaihtoehto

NUTIKKA, IRMELI: Päiväkotien sisäilman laadun tutkimus Tampereella  
2010 - 2011. Haastattelujen ja mittauksen yhteneväisyys

Opinnäytetyö 144 s., liitteet 11 s.  
Huhtikuu 2011

---

Tämä opinnäytetyöraportti käsittelee Tampereen kymmenessä päiväkodissa vuosina 2010 - 2011 tehtyä sisäilman laadun tutkimusta. Tampereella tehty tutkimus on osa valtakunnallista Päiväkotien sisäilma tutkimus -hanketta, jonka toimeksiantajana on ollut LVI-talotekniikkateollisuus ry. Valtakunnallisen tutkimuksen tarkoituksena on saada tietoa päiväkotien sisäilman laadusta ja siihen mahdollisesti liittyvistä ongelmista sekä varmistaa terveelliset sisäilmaolosuhteet päiväkodeissa. Tampereen Tilakeskuksen toivomuksesta työssä ei käytetä päiväkotien oikeita nimiä, vaan kirjaintunnuksia A - J.

Tampereella päiväkotien sisäilman laadun tutkimus käynnistettiin toukokuussa 2010. Päiväkodeissa A - J tehtiin sisäilman laatuun liittyvä haastattelu päiväkodin henkilökunnalle. Lisäksi päiväkodeissa A - E suoritettiin sisäilman laadun mittauksia kesällä 2010, syksyllä 2010 ja talvella 2010 - 2011. Tässä opinnäytetyössä sisäilman laatua on lähestytty haastatteluissa saatujen vastausten pohjalta. Tommi Helmisen vastaavassa ja samoja päiväkoteja A - E käsittelevässä opinnäytetyössä näkökulma on puolestaan olosuhdemittauksellinen. Tässä opinnäytetyössä päiväkotien A - E osalta haastatteluissa ilmenneitä sisäilman laadun ongelmia on verrattu mittauksissa saatuihin tuloksiin. Tutkimuksessa on vertailtu sitä, tukevatko mittaukset haastatteluissa ilmenneitä ongelmia.

Opinnäytetyön perusteella ei voida tehdä yleistyksiä kaikkien tutkittujen päiväkotien sisäilman laadusta, sillä saadut tutkimustulokset ovat kohdekohtaisia. Opinnäytetyö antaa kuitenkin paljon tietoa päiväkotien sisäilmaston tilasta ja lähtökohdat jatkotutkimusten tekemiseen. Tutkimuksen tuloksena päiväkodit on arvioitu ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmän toimivuuden, kiinteistönhoidon ja siivouksen tason sekä henkilökunnan kokemien terveydellisten oireiden määrän pohjalta. Arviota voidaan käyttää apuna suunniteltaessa rakennuksissa tehtäviä korjauksia ja niiden järjestystä.

---

Avainsanat: päiväkoti, sisäilman laatu, haastattelu, mittaus, terveydelliset oireet


Koulutusohjelma Talotekniikan koulutusohjelma	Opinnäytetyö Insinöörityö	Sivuja + Liitteitä 89 2
Suuntautumisvaihtoehto LVI-tekniikka	Aika 2011	+
Työn tilaaja Oulun seudun ammattikorkeakoulu	Työn tekijä Niko Purola	
Työn nimi Päiväkotien sisäilmastotutkimus		
Asiasanat Talotekniikka, sisäilmasto, päiväkot		

Opinnäytetyön aiheena oli tutkia päiväkotien sisäilmanlaatua ja henkilökunnan kokemuksia sisäilmasta. Tutkimuksen pohjalta tarkasteltiin määräyksien ja ohjearvojen riittävyyttä päiväkodeissa.

Oulun seudulla kymmenessä päiväkodissa tehtiin sisäilmasto- ja taustatietokysely. Lisäksi viidessä päiväkodissa tehtiin kolmena sääkautena sisäilmaston mittauksia.

Mittausten perusteella havaittiin, etteivät kaikki päiväkodit täytä nykyisiä sisäilman laadullisia vaatimuksia. Kyselyjen perusteella voidaan todeta, että päiväkodin henkilökunnalla on paljon terveydellisiä ongelmia. Esimerkiksi astman oireita esiintyy päiväkodeissa työskentelevillä yli kaksinkertainen määrä muuhun väestöön verrattuna.

# KUVAILULEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences		<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  31.8.2010
<b>Tekijä(t)</b> Tomi Virtala		<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Talotekniikka
<b>Nimeke</b>  Päiväkotien sisäilmatutkimus		
<b>Tiivistelmä</b> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli saada päivitettyä tietoa päiväkotien sisäilman laadusta, ilmanvaihdon riittävydestä ja mahdollisista sisäilmaongelmista. Toisena tavoitteena opinnäytetyöllä oli määrittää, kuinka hyvin päiväkotien sisäilman laatu vastaa nykyisiä ohjeita ja määräyksiä.</p> <p>Opinnäytetyö on osa suurempaa päiväkotien sisäilmatutkimusta. Mikkelin lisäksi sisäilmamittauksia suoritetaan Oulussa, Tampereella, Helsingissä ja Porissa. Mikkelissä sisäilman laatua ja lämpöolosuhteita mitattiin viiden päiväkodin lepo- ja leikkihuoneissa. Lepohuoneiden mittaukset suoritettiin päiväunien aikana, jolloin henkilökuormitus oli tunnettu ja vakio. Leikkihuoneiden mittaukset suoritettiin leikkihetken aikana, jolloin kuormitus oli suurimmillaan. Sisäilman laadun tärkeimpänä indikaattorina käytettiin ilman hiilidioksidipitoisuutta. Jokaisessa päiväkodissa mitattiin tulo- ja poistoilmamäärät huonekohtaisesti.</p> <p>Tutkimuksessa selvisi, etteivät päiväkotien tulo- ja poistoilmamäärät vastaa nykyisiä viranomaismääräyksiä. Riittämätön ilmanvaihto oli suurin yhteinen puute päiväkotien sisäilman laadussa. Lähes jokaisesta päiväkodista löytyi myös muita sisäilman laatuun vaikuttavia puutteita.</p> <p>Päiväkotien hyvän sisäilman laadun varmistamiseksi tulisi lisätä ilmanvaihtolaitteiston huolto- ja kunnossapitotoimenpiteitä. Leikki- ja lepo huoneiden ilmanvaihto tulisi aina mitoittaa henkilöperusteisen mitoituksen mukaan ja ilmamäärät suunnitella muuttuvaksi tarpeen mukaan.</p>		
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  päiväkoti, sisäilman laatu, ilmanvaihto		
<b>Sivumäärä</b> 42	<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>		
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Aki Valkeapää		<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> LVI-talotekniikkateollisuus ry

Tekijä Otsikko	Joni Vuori Päiväkotien ilmanvaihdon toimivuuden ja sisäilman laadun tutkimus
Sivumäärä Aika	62 sivua 31.12.2010
Koulutusohjelma	talotekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	lehtori Jorma Säteri lehtori Jorma Säteri
<p>Insinööriyö on osa LVI-talotekniikkateollisuuden ja ammattikorkeakoulujen yhteistyönä tekemää päiväkotien sisäilmatutkimusta. Tutkimuksia suoritetaan Espoossa, Mikkelissä, Oulussa, Pirkanmaalla ja Satakunnassa. Tämän insinööriyön tarkoituksena oli tutkia viidestä Espoossa sijaitsevasta päiväkodista sisäilmaolosuhteita ja verrata tuloksia nykyisiin määräyksiin ja ohjeisiin. Tarkoituksena oli myös tuottaa ajankoh- taista tietoa päiväkotien sisäilman laadusta sisäilmatutkimukseen.</p> <p>Työ toteutettiin mittaamalla päiväkotien lepo- ja leikkihuoneiden sisäilman laatua ja ilmanvaihdon ilmavirtoja. Lepohuoneissa suoritettiin seurantamittaukset lepohetken aikaan ja leikkihuoneissa seurantamittaukset suoritettiin viikon pituisena jaksena. Seurantamittauksissa mitattiin huoneilman lämpötiloja, hiilidioksidipitoisuutta ja ilman kosteutta. Lepo- ja leikkihuoneista mitattiin kertamittauksena tulo- ja poistoilmavirrat sekä operatiiviset lämpötilat. Lisäksi lepo- ja leikkihuoneista mitattiin kertamittauksena lattioiden pintalämpötilat.</p> <p>Viranomaisohjeiden mukaisen hiilidioksidipitoisuuden enimmäisraja ylittyi 15 mitasta lepo- ja leikkihuoneesta seitsemässä. Näistä kahdessa lepo- ja leikkihuoneesta ylittyi terveydensuojalain määrittämä enimmäisraja. Suurimmat hiilidioksidipitoisuuksien enimmäisrajojen ylitykset johtuivat pääsääntöisesti liian suuresta henkilökuormasta ilmavirtoihin nähden. Muut ylitykset johtuivat suunnitteluarvoja pienemmistä ilmavirroista. Huoneilman lämpötilat olivat hieman tavoitearvoja korkeammat, mutta pysyivät pääsääntöisesti sallittujen rajojen sisällä.</p> <p>Päiväkotien ilmanvaihto olisi ensisijaisesti suunniteltava ja toteutettava henkilökuor- mituksen perusteella sekä toteutettava ilmanvaihdon tarpeenmukaisella ohjauksella. Lisäksi ilmanvaihdon säätötyöt olisi suoritettava ainakin niihin mahdollisesti vaikutta- vien huolto- ja asennustöiden jälkeen. Säätötyöt olisi myös suoritettava huolellisesti, jotta suunnitelmien mukaiset ilmavirrat toteutuisivat.</p>	
Hakusanat	sisäilman laatu, sisäilmatutkimus, päiväkotien ilmanvaihto, olosuhteiden pysyvyys